

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra geotechniky a podzemního stavitelství

Posouzení výstavby v oblasti Hladnovského zlomu, situovaného na Slezské a částečně také na
Moravské Ostravě
Assessment of Development in the Hladnov Fault Area, Situated in the Silesian and Partly in
the Moravian Ostrava

Student:

Bc. Lukáš Kičmer

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Stolarík Martin, Ph.D.

Ostrava 2017

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra geotechniky a podzemního stavitelství

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Lukáš Kičmer**
Studijní program: N3607 Stavební inženýrství
Studijní obor: 3607T035 Geotechnika
Téma: Posouzení výstavby v oblasti Hladnovského zlomu, situovaného na
Slezské a částečně také na Moravské Ostravě
Assessment of Development in the Hladnov Fault Area, Situated in the
Silesian and Partly in the Moravian Ostrava
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Geologické a hydrogeologické poměry lokality
2. Analýza a zhodnocení stávajícího stavu
3. Porovnání stávajícího stavu se stavem v 70. letech
4. Vypracování návrhu doporučených opatření v souvislosti s výstavbou v této oblasti
5. Závěry

Seznam doporučené odborné literatury:

1. Hulla, J., Turcek, P. *Zakladanie stavieb*. Jaga: Bratislava, 1998. ISBN 80-88905-05-2.
2. Vaníček, I., Vaníček, M. *Earth Structures*. Kluwer Academic Publisher Group. ISBN 9781402039638.
3. Coduto, D. *Geotechnical Engineering*. Prentice Hall: New Jersey, 1999. ISBN 0-12-576380-0.
4. Rozsypal, A. *Kontrolní sledování a rizika v geotechnice*. Jaga: Bratislava, 2001. ISBN 80-88905-44-3.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Martin Stolarík, Ph.D.**

Datum zadání: 28.02.2017
Datum odevzdání: 30.11.2017

doc. RNDr. Eva Hrubešová, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě

Anotace:

Diplomová práce se zabývá posouzení výstavby v oblasti Hladnovského zlomu, situovaného v Slezské a také částečně v Moravské Ostravě. Úvodem diplomové práce je zhodnocení stávajícího stavu v dané oblasti a zjištění poruch na zástavbě.

V praktické části diplomové práce je provedeno zhodnocení realizovaného monitoringu trhlin a matematické modelování variant návrhů založení staveb v zájmové oblasti Hladnovského zlomu pomocí geotechnického softwaru MIDAS GTS NX. Výsledky modelování jsou zhodnoceny a na jejich základě jsou doporučena opatření.

Klíčová slova: Hladnovský zlom, monitoring trhlin, MIDAS GTS NX

Annotation:

The diploma thesis deals with the assessment of development in the Hladnov fault area, situated in the Silesian and partly in the Moravian Ostrava. The introduction of the diploma thesis is an evaluation of the current state in the given area and the identification of the disturbances in the area.

In the practical part of the diploma thesis, an evaluation of the crack monitoring and mathematical modeling of variants of designs of building construction in the interest area of Hladnovský zlom using geotechnical software MIDAS GTS NX is performed. The modeling results are evaluated and measures are recommended.

Keywords: Hladnov fault area, crack monitoring, MIDAS GTS NX

Obsah

1. ÚVOD	7
2. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY LOKALITY	8
2.1 GEOLOGICKÉ POMĚRY	9
2.2 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY	15
2.3 VRTNÁ PROZKOUMANOST	20
2.4 DŮLNÍ DÍLA	22
3. PROJEVY TEKTONICKÝCH POHYBŮ NA ÚZEMÍ OSTRAVY VE 20. STOLETÍ.....	24
4. GEOTECHNICKÉ MAPOVÁNÍ DANÉ LOKALITY	28
4.1 GEOTECHNICKÝ MONITORING – MĚŘENÍ DISKONTINUIT	29
5. ANALÝZA A ZHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU.....	40
6. SROVNÁNÍ RŮZNÝCH TYPŮ ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ POMOCÍ MODELOVÁNÍ V ZÁJMOVÉ OBLASTI	42
6.1 VARIANTY NÁVRHŮ KONCEPTŮ V PŘÍPADĚ REALIZACE	44
6.2 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ MODELOVÁNÍ.....	47
7. ZÁVĚR	54
8. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	56
9. SEZNAM OBRÁZKŮ POUŽITÝCH V TEXTU	58
10. SEZNAM TABULEK POUŽITÝCH V TEXTU	60
11. SEZNAM GRAFŮ POUŽITÝCH V TEXTU.....	61
12. SEZNAM PŘÍLOH NA CD.....	62

1. ÚVOD

Hlavní úkolem této diplomové práce je posouzení potencionální výstavby v oblasti Hladnovského zlomu. Oblast Hladnovského zlomu se nachází v městské části Slezská Ostrava a také zasahuje do části Moravská Ostrava.

Je třeba si uvědomit, že území města Ostravy spolu s Karvinskou oblastí patří k regionům, kde dochází a docházelo vždy ke střetům zájmů mezi těžbou uhlí a výstavbou. Právě v oblasti Hladnovský zlomu, kde docházelo k intenzivnímu hlubinnému dobývání černého uhlí se začaly projevovat negativní vlivy na povrchu. Tyto vlivy byly spojeny s deformacemi, poklesy a škodami vznikajícími po celém zájmovém území.

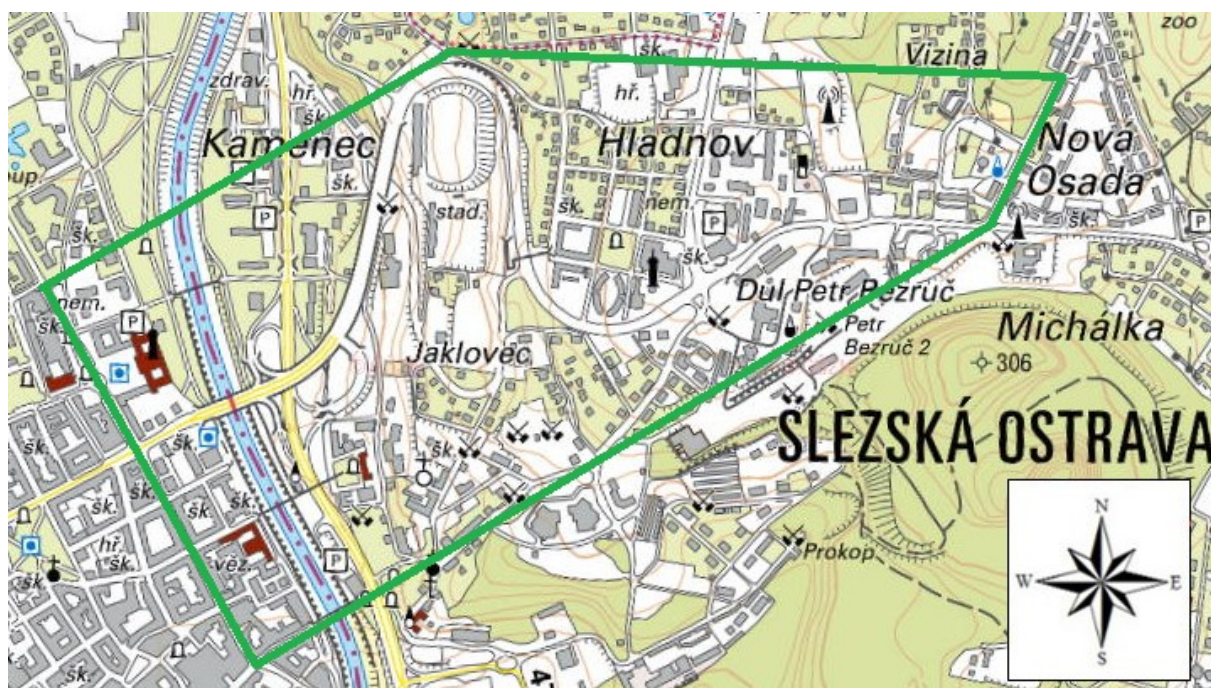
Už od poloviny 20. století se v této oblasti začaly projevovat výrazné škody na zástavbě. Dalším vlivem, který mohl ještě více narušit tuto oblast, mohl být v roce 1976 výbuch plynu pod mostem Pionýrů, který byl zapříčiněn posuny hornin a následným porušením plynového potrubí. Jisté je, že škody v této oblasti na zástavbu a infrastrukturu jsou z největší části přisuzovány převážně hlubinnému dobývání a tektonickým poruchám. Důlní díla v této oblasti jsou velice mělce uloženy a jejich likvidace v 19. století nebyla úplná.

Praktická část diplomové práce se věnuje sledování trhlin na stavbách v dané oblasti. Druhým bodem praktické části diplomové práce je matematické modelování variant možných konceptů založení stavebního objektu v zájmové oblasti. Matematické modelování je prováděno pomocí geotechnického softwaru MIDAS GTS NX.

2. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY LOKALITY

Zájmové území Hladnovského zlomu je situováno převážně v městské části Slezská Ostrava, ale zasahuje také přes řeku Ostravici do městské části Moravská Ostrava. Je třeba si uvědomit, že tato vymezená oblast je jen částečná. Slezská část Ostravy není formována jen Hladnovským zlomem, ale i dalšími geologickými a geomorfologickými projevy.

Hranice zájmové území, které je vymezeno na obrázku č. 1 je určeno podle známých deformací objektů na povrchu. Hranice území se nachází na západě na ulici Sokolská třída (Moravská Ostrava), dále pokračuje směrem kolem stadionu Bazaly na ulici Bronzová (Slezská Ostrava) a poté rovnoběžně s ulicí Okrajní (Slezská Ostrava), dokud se na východě nestřetne s ulicí Heřmanická (Slezská Ostrava). Jih tohoto území lemuje Most Miloše Sýkory a ulice Keltičkova (Slezská Ostrava), kterou si můžeme vizuálně prodloužit až k ulici Heřmanická.

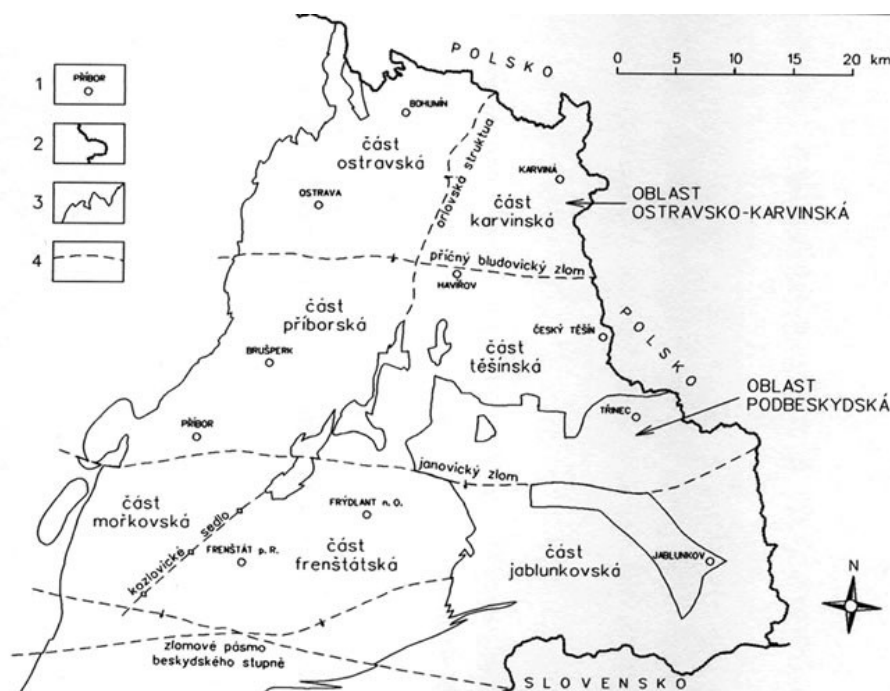


Obr. 1: Mapa Ostravy se zeleně vyznačenými hranicemi zájmové oblasti

2.1 GEOLOGICKÉ POMĚRY

Procesy, které formovaly dané zájmové území zasahují od paleozoika, až po kvartér. Celý sedimentační prostor, v kterém se nachází zájmové území se nazývá hornoslezská pánev.

Hornoslezská pánev má plochu přibližně 7 000 km², z čehož zasahuje na české území přibližně jen 1 600 km². Jedná se o sedimentační prostor přibližně trojúhelníkového obrysu, který zasahuje svým jihozápadním výběžkem z polské části Slezska na naše území. Celá oblast hornoslezské pánve na našem území je rozdělena na severní oblast ostravsko-karvinskou a jižní oblast podbeskydskou. Tyto oblasti se poté ještě dále dělí podle potřeby na menší části. Přesněji na části: ostravská, karvinská, příborská, těšínská, mořkovská, frenštátská a jablunkovská (obr. 2). [1, 2]



Obr. 2: Rozdělení hornoslezské pánve na českém území [3]

Z pohledu geologického je významnější dělení na západní a východní část, tedy na mobilnější předhlubeň na západě a platformní předhlubeň na východě. Tyto části se liší mocností, intenzitou a výplní tektonického porušení, které právě od západu k východu ubývá. [1]

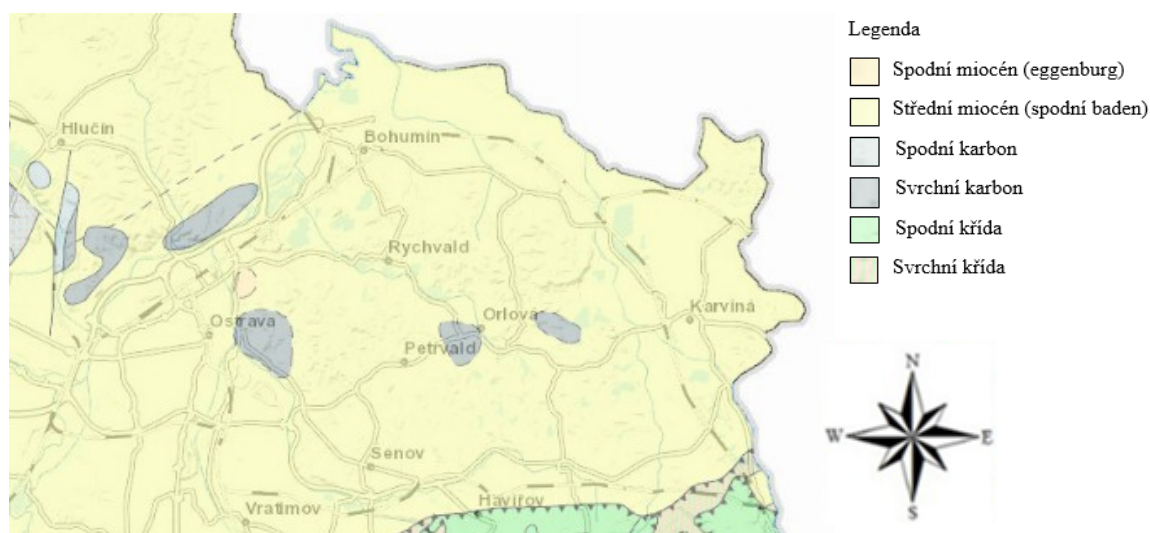
Ostravské souvrství o max. mocnosti 3200 m náleží spodnímu namuru a představuje paralickou uhlonosnou molasu. To představuje uloženiny střídavého kontinentálního a mořského režimu usazeného po hlavní fázi variského vrásnění. Z hlediska proměnlivosti znaků je právě ostravské souvrství nejpestřejší sedimentární jednotkou Českého masívu. V opakujících se cyklických sledech se zde střídají mořské, přechodní a velmi různé kontinentální znaky, které byly ovlivňovány tektonickými procesy, změnami úrovně hladiny, klimatickými a vulkanickými projevy. Právě cykličnost je velmi charakteristickým znakem, protože ostravské souvrství je tvořeno opakovaným sledem: hrubozrnné bazální pískovce (slepence), prachovce, uhelné sloje a jílovce. Mořské záplavy, které formovaly dané území

přicházely od SSV a směřovaly k JJZ. Mezi hlavní mořské patra patří: Štúr, Enna, Barbora a Gaebler. Tato patra mají veliký a praktický význam, neboť dovolují identifikovat uhelné sloje a dělit ostravské souvrství na vrstvy petřkovické, hrušovské, jáklovecké a porubské (obr. 4). [1, 3]

	litostratigrafické jednotky		význačné uhelné sloje a horizonty	
stephan	jen na polském území	arkóza kwaczalská		
		w . libiaskie		
		w . laziskie		
		w . orzeskie		
westphal	souvrství karvínské	vrstvy doubravské	sloj 962	
			sloj 804	
		vrstvy sušské	sloj 747	
				← Hubert
	souvrství ostravské	vrstvy sedlové	sloj 605	
			sloj 504	← Prokop
			sloj 499	← Gaebler
		vrstvy porubské		
			sloj 403	
		vrstvy jáklovecké	sloj 385	← Barbora
			sloj 301	
			sloj 255	← Enna
		vrstvy hrušovské		← Františka
			sloj 102	
		vrstvy petřkovické	sloj 099	← Nanetta
			sloj 009	← Štúr
visé	hradecko kyjovické souvrství	vrstvy kyjovické		

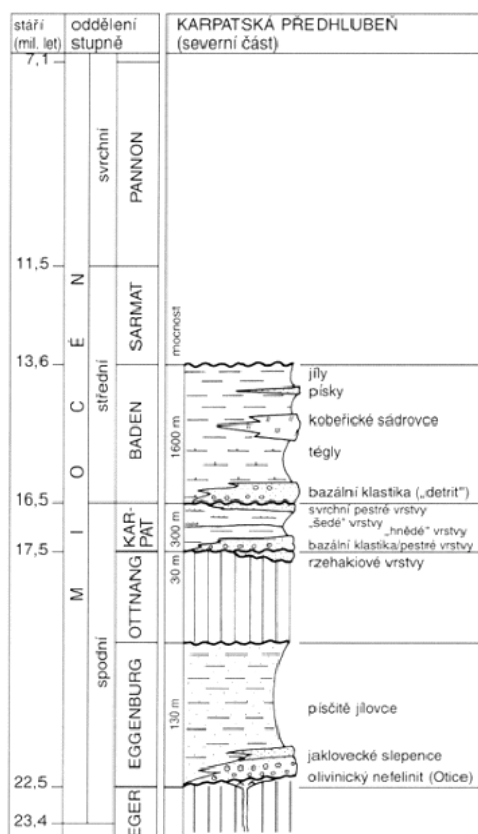
Obr. 4: Stratigrafické schéma karbonu hornoslezské pánve [1]

Jak bylo psáno výše, hornoslezská pánev je z velké části kryta také neogenními uloženinami karpatské předhlubně. Právě karpatská předhlubeň přísluší do období terciéru a je součástí periferních alpsko-karpatských pánví v předpolí flyšových jednotek. Miocén, který se nachází v karpatské předhlubni, přesněji v miocenních pánvích je stupně spodního a středního (obr. 5). [1, 4]



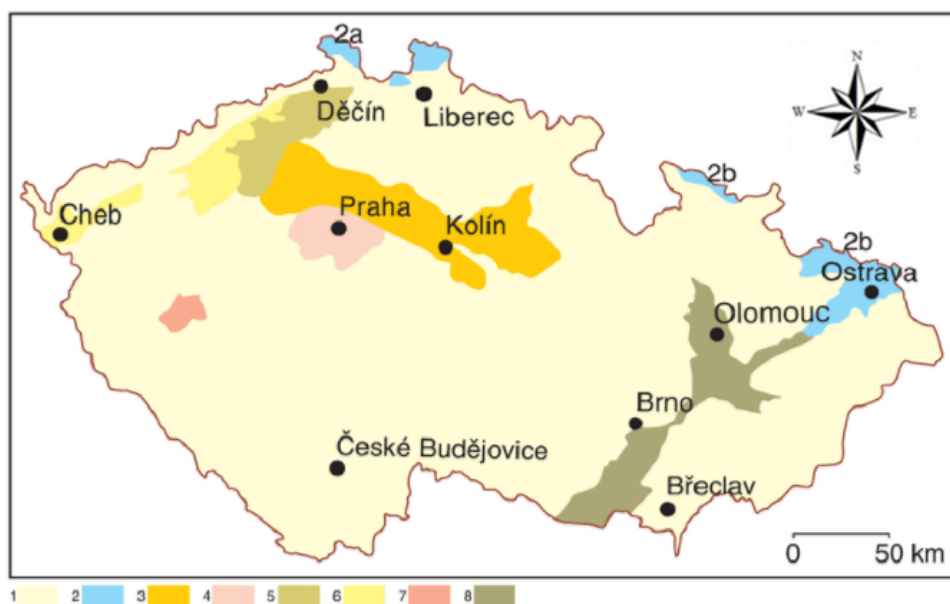
Obr. 5: Charakteristika hornoslezské pánve [5]

V souvislosti s postupujícími příkrovy flyšových Karpat přemísťovaly miocenní pánve svůj prostor i osu směrem do předpolí na prohýbající se okraj Českého masívu. Pohyby příkrovů probíhající současně se sedimentací zapříčinili, že uloženiny dnes leží pod příkrovy, před nimi i na nich. Od jihu byla karpatská předhlubeň zasažena Eggenburským mořem, které mělo kolísající salinitu, provzdušnění a proměnlivou čistotu vody s hloubkou přibližně do 40 m. Ostravsko bylo Eggenburskou transgresí zasaženo také a to zapříčinilo vznik sedimentů ve spodním podloží badenu. Na bázi leží písky a šterkové písky (zřejmě i říčního původu). Nadloží obsahuje tmavě šedé písčité jílovce. V oblasti zájmového území se nachází také povrchový výskyt příbřežní facie eggenburgu, která leží na vrcholu ostravsko-karvinského hřbetu u Jaklovce. V dobře prokysličeném prostředí bez sladkovodních vlivů se uložily mechovkové vápence a hrubozrnné pískovce a slepence (jaklovecké slepence, obr. 6). [1, 4]



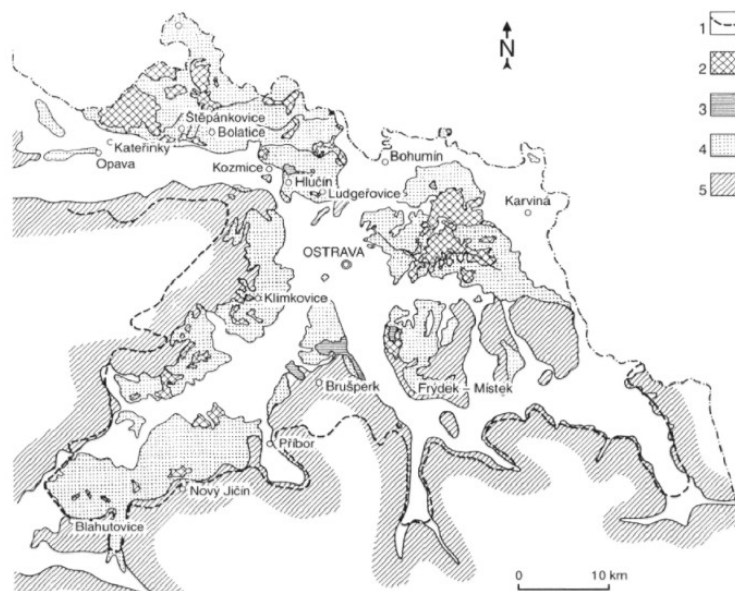
Obr. 6: Stratigrafické schéma karpatské předhlubně [4]

Moravskoslezské pánve v období kvartéru se řadí, v rámci horninového prostředí ČR, k velmi složitým formacím. Hlavním důvodem a hlediskem je jejich struktura a geneze. Také je to období, kdy po ústupu moře karpatské předhlubně se stává výhradně souší. V zájmovém území se objevují a jsou zastoupeny z této doby glacienní sedimenty. Tento druh glacienních sedimentů se nachází v oblastech, které v pleistocénu pokrývaly buď kontinentální, nebo horské ledovce (obr. 7). K ledovcovým uloženinám patří tily (souvkové hlíny s bludnými balvany vytvářející morény), dále pak glaciáluviální sedimenty (smíšené říční a výplavové ledovcové uloženiny tvořící ploché sandry, eskery aj.) a glacialakustrinní jezerní sedimenty (široce rozšířené v severní Evropě). Typické jsou tence vrstevnaté varvity, u nichž střídání vrstviček různého materiálu odráží sezonní střídání podnebí (obr. 8). [1, 6]



Obr. 7: Rozšíření kvartérních uloženin na území České republiky

1 - kvartér denudačních oblastí; 2 - kvartér oblastí kontinentálního zalednění; 2a - severočeská oblast, 2b - oderská oblast; 3 - Polabí, 4 - oblast Pražské plošiny, 5 - oblast Českého středohoří, 6 - oblast podkrušnohorských pánví, 7 - oblast Plzeňské pánve, 8 - oblast moravských úvalů. [6]

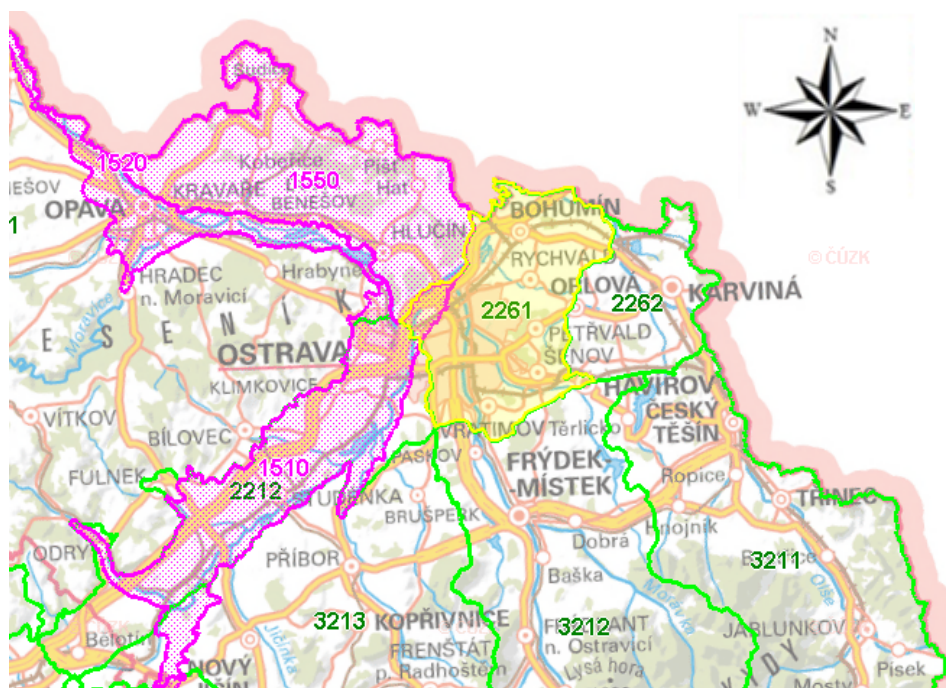


Obr. 8: Rozsah maximálního zalednění na severní Moravě a ve Slezsku

1 - hranice největšího rozsahu saalského zalednění, 2 - souvkové hlíny, 3 - glacialakustrinní jíly a varvity, 4 - glacialakustrinní písky, 5 - horniny skalního podkladu [6]

2.2 HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

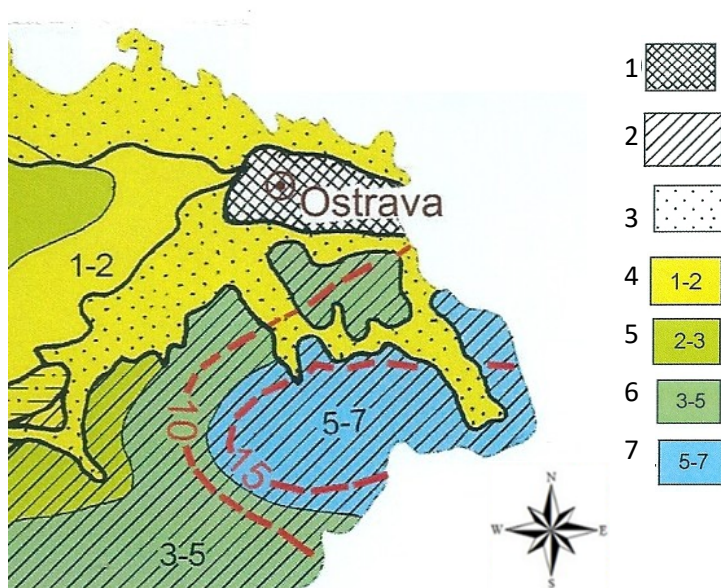
O ostravsko-karvinském revíru, který se nachází na severu české části hornoslezské pánve, o které už bylo napsáno v kapitole 2.1 (Geologické poměry), můžeme rozdělit na dva hydrogeologické rajony: Ostravská pánev – ostravská část (rajon 2261) a Ostravská pánev – karvinská část (2262), které jsou zahrnuty do oddílu rajonů neogenních sedimentů vněkarpatských a vnitrokarpatských pánví (obr. 9). [7]



Obr. 9: Hydrogeologické rajony v oblasti Ostravy [8]

Ostravská část hornoslezské pánve má hydrogeologické poměry zásadně ovlivněny hlubinou těžbou černého uhlí. Z toho důvodu je řazena do oblasti se zásadně změněnými přírodními poměry, především v důsledku povrchové a hlubinné těžby uhlí a uranu s následnou rekultivací (obr. 10). I když v současné době je těžba významně omezena, tak její důsledky stále přetrvávají i v územích, kde byla zcela zastavena. Rozsah antropogenně vytvořeného hydraulického systému v české části hornoslezské pánve je odlišný v různých územích. V oblasti, které jsou nepřekryté beskydskými příkrovy jsou hydraulicky propojeny převážně puklinové porézní kolektory svrchního karbonu, průlinové kolektory spodnobádenského pokryvu a místy i průlinové kolektory kvartérních sedimentů. V oblasti

beskydských spodnokřídových a paleogenních příkrovů může docházet k ovlivnění hydrogeologických kolektorů, což není případ oblasti zájmového území. [7]

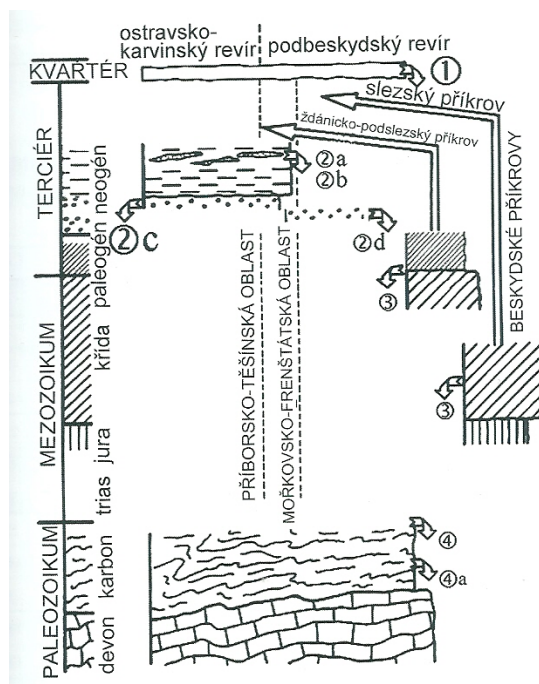


Obr. 10: Přírodní zdroje podzemních vod České republiky

1 – rozsáhlá území se zásadně změněnými přírodními poměry, především v důsledku povrchové a hlubinné těžby, 2 – flyšové pásmo, 3 – kvartérní fluvialní kolektory, 4 – 7 – přírodní zdroje podzemní vody podle průměrného podzemního odtoku, 4 – 1-2 l/s km², 5 – 2-3 l/s km², 6 – 3-5 l/s km², 7 – 5-7 l/s km² [7]

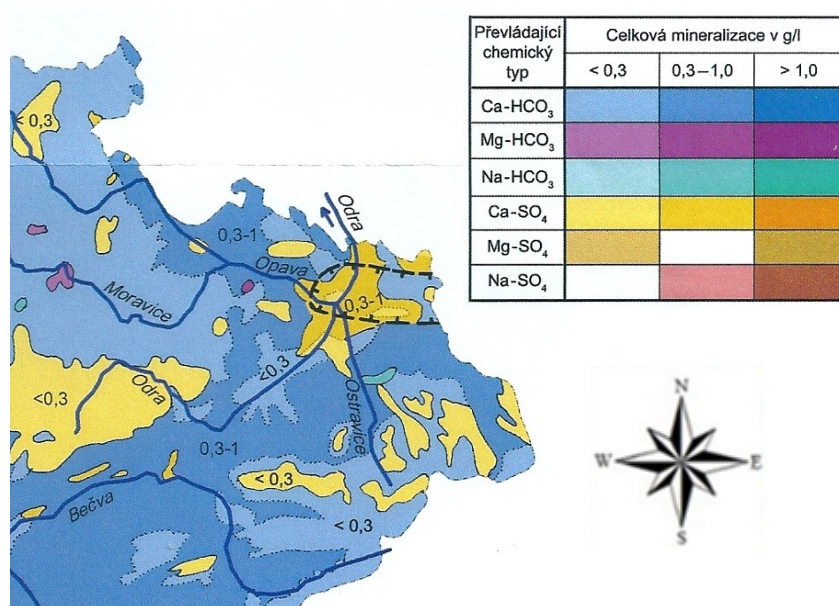
V oblasti Slezské Ostravy je velká pravděpodobnost výskytu vod různého původu. Mezi antropogenní zdroje patří: zdržené vody ve starých důlních dílech, tj. vody se silně pozměněným chemismem produkty zvětrávání. Tyto vody se nazývají stařinové vody. Z řad přírodních zdrojů zde patří (obr. 11):

- Vody z kvartérních sedimentů (1)
- Vody ze spodnobadenského pokryvu krabonu (2)
 - Z písčitých poloh tzv. svrchního zvodněného písčitého komplexu (2a)
 - Z písčitých poloh tzv. spodního zvodněného písčitého komplexu (2b)
 - Ze štěrkopísčitých bazálních klastik spodního badenu (2c)
- Vody převážně puklinovo - průlinových systémů zvětralinového pláště karbonu (4a)
- Vody převážně puklinovo - průlinových a zlomových systémů svrchního karbonu (4b)



Obr. 11: Schéma přítoků do dolů v hornoslezské pánvi z přírodních zdrojů [7]

Vody kvartérních sedimentů a vody povrchové jsou v oblastech důlní činnosti velmi významné a v mnoha částech pánve i dominantní, např. v Ostravské dílčí pánvi. Podzemní vody kvartérních sedimentů se formují v zóně s intenzivní vodní výměnou a udržují si oxidační prostředí. Jedná se o vody prosté, kalcium-bikarbonátové s přechodem do smíšených vod $\text{Ca-Mg-HCO}_3\text{-SO}_4$. V oblasti Ostravy se nejvíce vyskytuje Ca-SO_4 s celkovou mineralizací 0,3 - 1 g/l, jak můžeme vidět na obrázku č. 12. Chemismus kvartérních vod je silně proměnlivý vzhledem k nízkým celkovým mineralizacím. K přítokům dochází pouze v těch oblastech, kde karbon vychází v tzv. karbonských oknech až na povrch. Jednotlivé průsaky mohou dosáhnout i několika desítek litrů za sekundu. [7]



Obr. 12: Chemické složení podzemních vod [7]

Vody z písčitých poloh v pelitech spodního badenu jsou dalším významným zdrojem v naší zájmové oblasti. Svrchní část spodnobádenského pokryvu karbonu je tvořena pelitickým souvrstvím, které dosahuje mocnosti až 1000 m, hlavní složkou této vrstvy je nazelenale šedý až šedý, vápenatý slabě zpevněný jílovec. Polohy, kde se vykytuje písek obsahují fosilní mořskou vodu a za přírodních poměrů tvoří stagnující systém s napjatou hladinou. V místech, kde dochází ke kontaktu písku s karbonskými sedimenty nebo tam, kde je spodnobadenský izolátor porušen zálomovými trhlinami vznikají přítoky. Hydraulická spojitost zvodněných kolektorů je silně omezena a má pouze lokální význam. Kolektory svrchních a spodních písčitých komplexů dosahují mocnosti do několika metrů, tlaky vod kolem 4 - 5 MPa a vydatnost ca 0,3 l/s. Hydraulická vodivost se pohybuje v řádovém rozmezí 10^{-8} až 10^{-7} m/s. [7]

Vody miocenních bazálních klastik se zachovaly v různých oblastech a jsou i odlišného stáří. Starší miocenní transgrese proběhla v karpátu, mladší ve spodním badenu. Zájmové území je řazeno do mladší miocenní transgrese ve spodním badenu. Spodnobadenská bazální klastika (štěrkopísky až štěrky) jsou běžně označována v ostravsko-karvinském revíru jako detrit, jsou nejvýznamnějším hydrogeologickým celkem hornoslezské pánve, jelikož významně ovlivňují těžbu uhlí. Statické, neobnovitelné zásoby jejich vod jsou odhadovány ve výši cca $3 \cdot 10^9$ m³. Tyto vody mají vliv jak na množství, tak na kvalitu čerpaných důlních vod. [7]

Vody zvodněných systému svrchního karbonu a jeho hlubšího podloží jsou posledním ze zdrojů vod pro tuto oblast. Nazývají se solanky výrazného NaCl typu, s velmi nízkými obsahy až absencí síranů. Celková mineralizace kolísá běžně mezi 70 až 130 g/l a teplota dosahuje až kolem 35 °C. Silně mineralizované vody byly zjištěny u některých děl zejména v hornicky otevřené Ostravsko-karvinské části hornoslezské pánve, kde dosahovaly až těchto hodnot: celková mineralizace 172 g/l, radioaktivita ^{226}Ra 50-110 Bq/m³ s obsahem uranu < 0,01 mg/l. [7]

Podrobnější zprávu ohledně hydrogeologie z dané zájmové lokality může aspoň z části poskytnout závěrečná zpráva firmy UNIGEO a.s. vypracovaná Ing. Jaroslavem Ryšavkou z roku 1994. V závěrečné zprávě je zdokumentovaná stabilita svahu v sesuvném území (obr. 13), který se nachází v zájmové oblasti. Díky průzkumu byla získána data chemického rozboru podzemní vody z vrtu J5 (tabulka 1) a zároveň hladina podzemní vody z dalších vrtů (tabulka 2). [9]

Barva	Bezbarvá	Chloridy	106,35 mg/l
Zákal	Mléčný	Sírany	490,92 mg/l
Sediment	Silný	Hydrogenuhlíčitny	274,50 mg/l
pH	6,6	KNK 4,5	4,50 mmol/l
Rozpustnost 105 °C	1211 mg/l	ZNK 8,3	1,75 mmol/l
Rozpustnost 550 °C	1010 mg/l	CO ₂ volný	77,00 mg/l
Ztráta žíháním	201 mg/l	CO ₂ agres. - výpočet	26,70 mg/l
Měr. el. vodivost	1469 ms/mc	CO ₂ agres. - Mayer	50,60 mg/l
Tvrdost celková	6,85 mmol/l	Langelier. Indes	-0,1
Tvrdost vápenatá	4,80 mmol/l	ChSK – Mn	5,12 mg/l
Tvrdost hořečnatá	2,05 mmol/l	Vápník	192,38 mg/l
Tvrdost přechodná	2,25 mmol/l	Hořčík	49,86 mg/l
		NH ₄ ⁺	0,70 mg/l

Tab. č. 1: Seznam zjištěných vrtů v zájmové oblasti

Hladina podzemní vody byla zjištěna v zeminách terciárního a kvartérního stáří s mírně napjatou hladinou. Následně byly provedeny zkrácené chemické vzorky z vrtu J2 a J5. Vyhodnocením bylo zjištěno, že se jedná o vodu slabě kyselou, velmi tvrdou,

hydrogenuhlíčinovo-síranového typu. Dle norem ČSN 73 1215 a ČSN 03 8375 byla podzemní voda zařazena mezi silně agresivní na betonové konstrukce a velmi vysoko agresivní na kovové konstrukce. Dle nové normy ČSN 73 1005 z roku 2016 se podzemní voda značí jako XA3, tedy vysoce agresivní. [9]

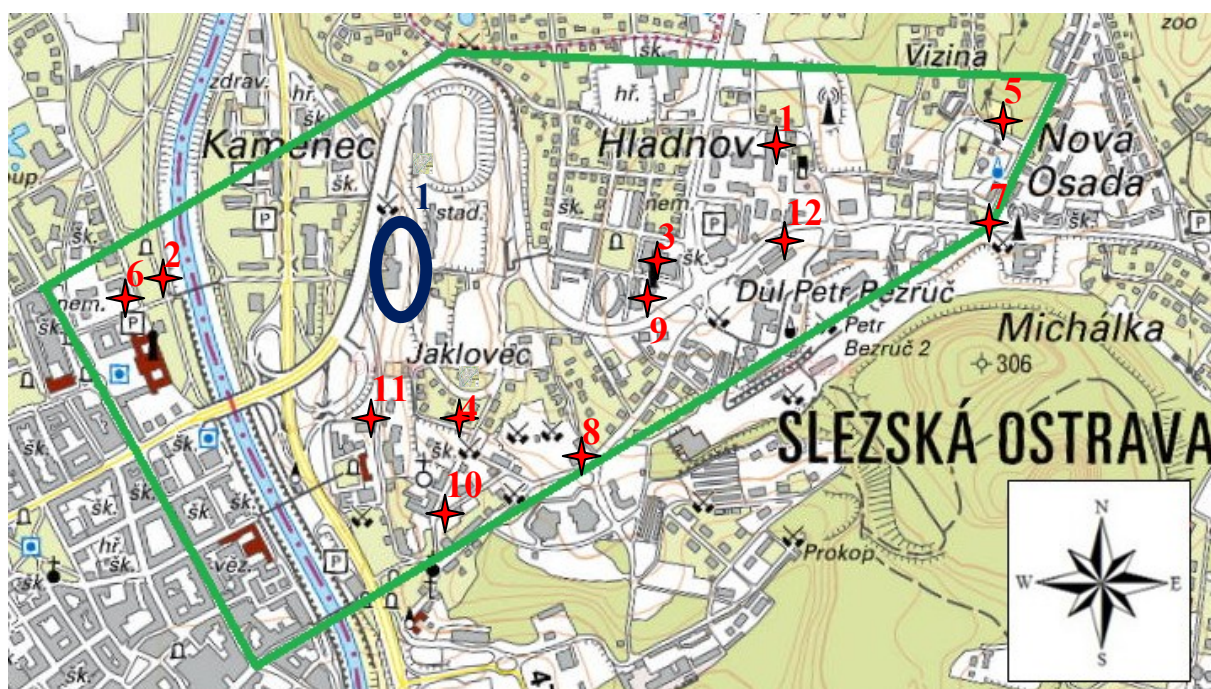
Dle zjištěných informací se lze domnívat, že podobné vlastnosti podzemní vody budou kolem stadionu Bazaly. Z důvodu velikosti zájmové oblasti ale musíme předpokládat, že hydrogeologické poměry jsou daleko složitější a je třeba provést vždy podrobný průzkum. Obecně ale platí, že na vrcholu hladnovského kopce je první zvodeň tvořena zvětralými písky, svahy převážně hlínami a v nivě Ostravice se nachází štěrky.

2.3 VRTNÁ PROZKOUMANOST

Vrtná prozkoumanou daného zájmového území je velická. Jedná se však o poddolované území, takže je třeba provést vždy kvalitní a aktuální průzkum. Ve vymezené oblasti zájmového území se nachází přes 200 průzkumných vrtů od roku 1959, až po současnost. Z toho důvodu byly vybrány jen ty vrty, které byly realizovány po roce 2000, aby byly hodnoty a představa o dané oblasti co nejpřesnější (obr. 13 a tabulka č. 2). Všechny informace a data byla získána z internetových stránek a archivu České geologické služby (dále jen ČGS). Všechny vrty jsou zpracovány autorem (obr. 14) pro lepší přehled v programu AutoCAD a jsou součástí přílohy (P 1 - 12).

Dalšími zdroji pro lepší orientaci v daném území bylo získání dvou závěrečných zpráv z archivu ČGS. Jedná se o zprávy: Slezská Ostrava – HGRP, podrobný inženýrsko-geologický průzkum prováděný Ing. Jaroslavem Ryšavkou v roce 1994 [9] a Inženýrsko-geologického průzkumu Ostrava – Michálkovická ulice prováděný Ing. Janem Stachem v roce 1979 [10].

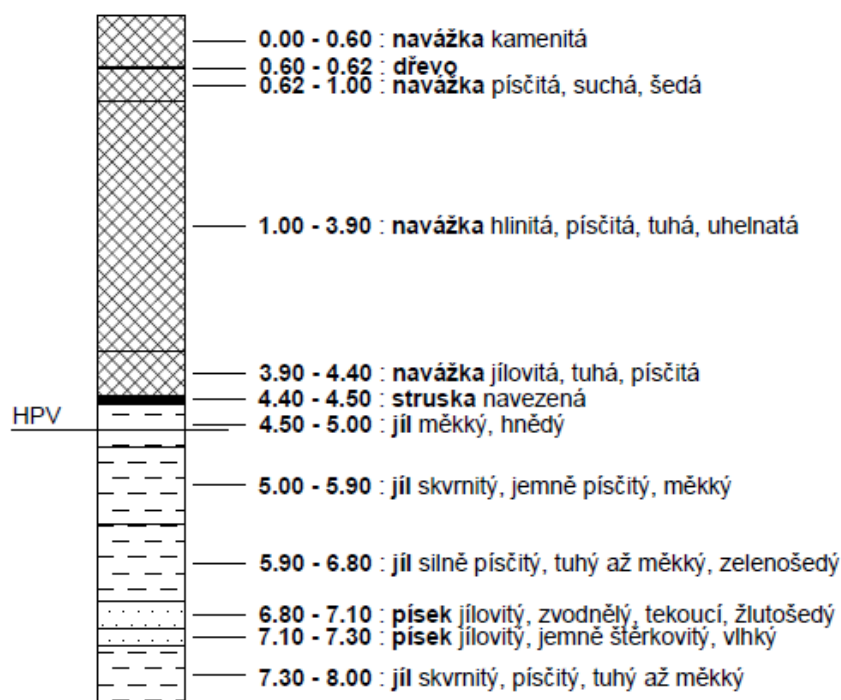
Dalším významnou částí zájmového území je jihozápadně od stadionu Bazaly sesuvná oblast. V současnosti se jedná o stabilizovanou sesuvnou oblast, která byla naposledy stabilizována v roce 1999, z toho důvodu nebude zahrnuta do této diplomové práce.



Obr. 13: Vyznačení vrtů v zájmové oblasti (červeně) a sesuvné oblasti (modře)

Číslo	Název	Nadmořská výška [m n. m.]	Hloubka [m]	Hloubka HPV [m]	Druh HPV	Rok
1	HP-2	281,38	12	7	naražená	2001
2	PVK-5	209,72	9,5	5,3	ustálená	2002
3	S-6A	284,00	8	4,8	naražená	2003
4	V-1	245,00	23	neuvedeno		2003
5	J-1	274,62	12	suchý objekt		2005
6	J-4	209,52	12	4	ustálená	2006
7	J-1	276,45	8	suchý objekt		2007
8	J-101	256,93	8	suchý objekt		2007
9	S-1	283,83	9	suchý objekt		2007
10	J-1	230,45	14	suchý objekt		2007
11	J-2	215,00	11	1,6	ustálená	2008
12	SI-1	288,00	18,5	6	naražená	2010

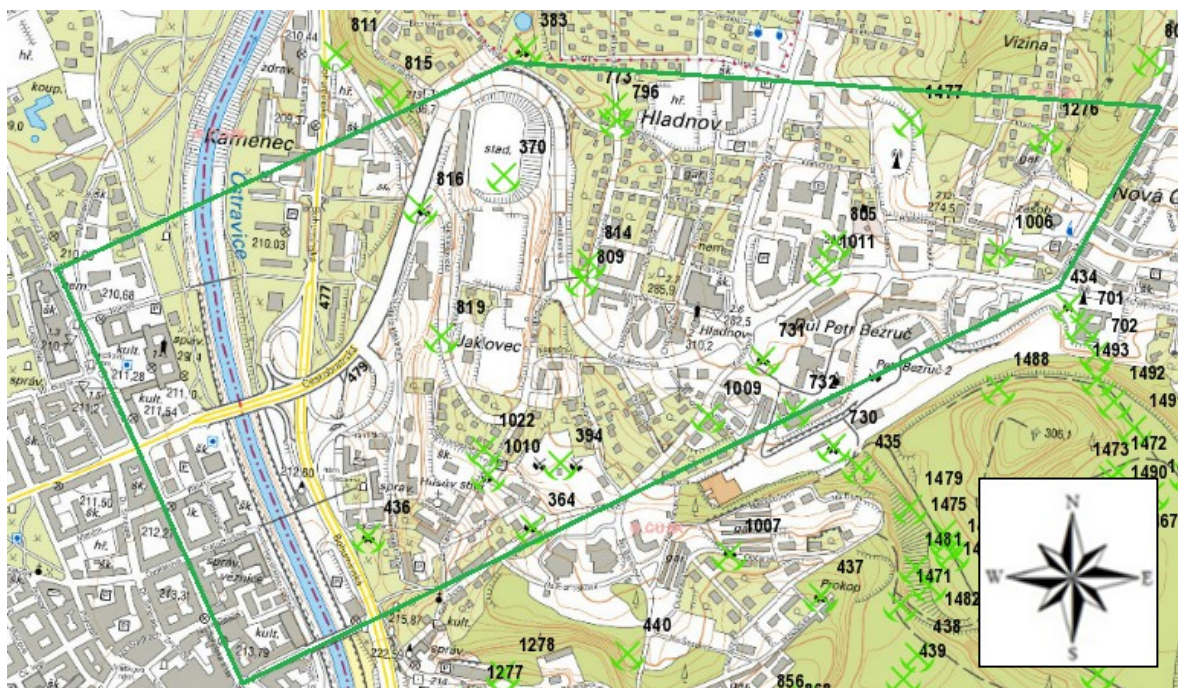
Tab. č. 2: Seznam zjištěných vrtů v zájmové oblasti



Obr. 14: *Geologický profil vrtu č. 3 (S-6A)*

2.4 DŮLNÍ DÍLA

V oblasti Hladnovského zlomu, který byl popsán výše, se nachází 20 oznámených starých důlních děl (obr. 15 a tab. č. 3). Tato důlní díla byla uzavřena a zapečetěna v 19. století, kdy byla v zájmové oblasti ukončena těžba. Důlní díla s označením 370 a 1022 jsou místa, na kterých vznikl propad hornin. Jedná se o stadion Bazaly (370), kde propad vznikl při povodních v roce 1997 a Zámstní ulice č. p. 9 (1022), kde propad vznikl v roce 2003. V případě propadu na stadionu Bazaly došlo k poškození dřevěné výztuže konstrukce protiletadlového bunkru z 2. Světové války, který se nacházel přímo pod stadionem Bazaly. Důvodem poškození výztuže konstrukce bylo velké množství vody, kterou odpadní systémy nedokázaly odvádět [11]. Všechny informace o důlních dílech v zájmové oblasti byly získány z internetových stránek ČGS a archivu ČGS.



Obr. 15: Vyznačení důlních děl v zájmové oblasti [12]

Číslo z mapy	Název	Typ	Číslo z mapy	Název	Typ
364	Světlík Jaklovecká štola č. 5	Jáma	814	Výdušná B	Jáma
370	Bazaly	Propad	816	Světlík Jáklovecká štola č. 2	Jáma
394	Schodová jáma	Úpadnice	819	Světlík Jáklovecká štola č. 3	Jáma
436	Josef	Jáma	1006	U Myslivny	Jáma
731	Jáma č. IX	Jáma	1009	Kutací III	Jáma
732	Jáma č. VII	Jáma	1010	Světlík JDŠ 4	Jáma
773	Denní štola	Štola	1011	Pěchonka	Jáma
796	Kutací jáma	Jáma	1022	Záměstní ulice č. p. 9	Propad
805	Kutací jáma Hladnov	Jáma	1276	Vrt č. 15	Jáma
809	Výdušná C	Jáma	1477	Kutací 12	Jáma

Tab. č. 3: Seznam důlních děl v zájmové oblasti

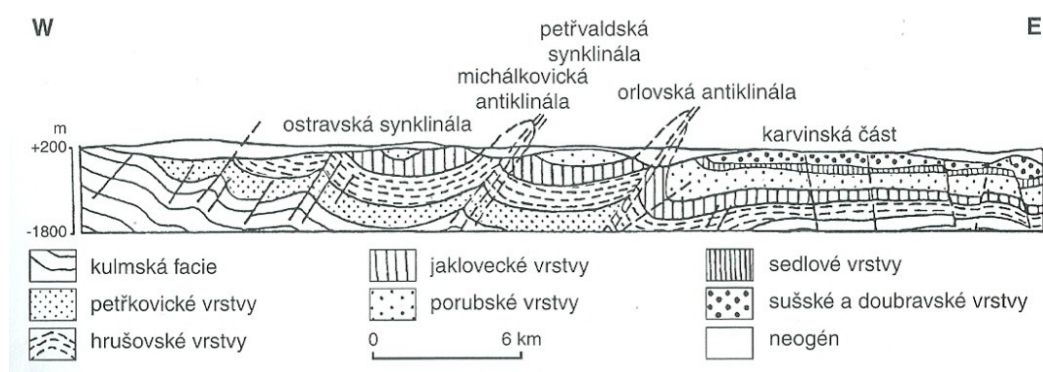
3. PROJEVY TEKTONICKÝCH POHYBŮ NA ÚZEMÍ OSTRAVY VE 20. STOLETÍ

Hornoslezská pánev je pánví, která je periferně zvrásněná. Jsou v ní sledována pásma různého typu, nejvíce ale pozorujeme tektonické rysy amurského sedimentačního prostoru. Lze ji rozdělit na pásmo alpinotypní s lineárními vrásami a přesmyky, které jsou překocené na východ. Tyto vrásy a přesmyky navazují na stavbu k severozápadně ležícím antiklinálám dále na pásmo přechodní a na pásmo germanotypní. [13]

Pásmo alpinotypní, neboli úplné zvrásnění zasahuje do Hornoslezské pánve ze západu a končí sedlem Vítězného února. Vyznačuje se relativní morfologickou převahou antiklinál nad synklinálami, důvodem je mělkost synklinál. V rámci tektoniky zde převládá vrásová tektonika nad zlomovou tektonikou. Jsou zde zjištěny přesmyky, velké příčné poklesy a z části horizontální posuny. [13]

Pásmo přechodní sahá až k orlovské vráse. Vrásy mají povahu antiklinál a flexur (ohybů). Michalkovická vrása má přitom více alpinotypních znaků než vrása orlovská. V tomto pásu je vrásnění hřebenovitého charakteru se zlomovou poklesovou tektonikou. V důsledku hřebenovitého charakteru zde převládají synklinály nad antiklinálami. [13]

Pásmo germanotypní leží od orlovské vrásky na východ. Základním znakem tohoto pásma jsou ploché zvlněné vrstvy a četné poklesy. Převažují zde nejčastěji monoklinály. [13]



Obr. 16: Schematický profil českou částí hornoslezské pánve [1]

Orlovská vrása dělí hornoslezskou pánev na část západní a východní, které se liší mocností vrstev, intenzitou vrásnění a směrem vrásových os, jak už je napsáno v kapitole 2.1 obrázek č. 2. Ostravská vrása je základní tektonickou linií celého Ostravska. Dohromady s bludovickým zlomem na jihu významně ovlivnily stavbu této oblasti. [13]

Tektonická stavba v současnosti je výsledkem variské orogeneze, která působila na sedimentární pokryv hornoslezské pánve. Deformovaný karbonský masív po tomto působení byl dotvořen alpínskou orogenezí. Lze předpokládat, že se tyto poruchy budou obnovovat a vznikat další v důsledku reakcí na tlaky, které vznikají při násunu karpatských příkrovů v třetihorách. [3]

Oblasti naleziště uhlí mají vždy svůj vlastní systém ploch diskontinuit, které vznikly díky tahovým a nebo tlakovým tektonickým procesům. V oblasti hornoslezské pánve vznikají dvě soustavy poruch, které jsou kolmé k vrstevnatosti. Nejvýraznějšími jsou poruchy ve směru JJZ – SSV. Druhým systémem jsou Z – V až ZSZ – VJV. V uhlí jsou pukliny rovné, lesklé, beze stop pohybu. [13]

Karbon byl deformován hlavním vrásněním, které přišlo ze směru ZSZ, jak můžeme vidět na ubývající intenzitě vrásnění. Právě ve směru od západu na východ jsou menší prouhelnění ve stejných uhelných slojích a také menší stupeň krystalizace. Vrásová sedla mají směr SSV – JJZ a jsou to vlastně překroucené antiklinální struktury, někde kombinované s přesmyky. Mezi nejvýznamnější takovéto vrásová sedla, která vznikala od západu na východ patří sedla: oskarské, anselmské, lhotecké, kosovské a také michálkovické a orlovské. Michálkovická porucha, která rozděluje ostravskou a petřvaldskou část tvoří poruchové pásmo o šíři přibližně 350 m na našem území. [14]

Dalším typem vrásnění bylo příčné vrásnění, kterým vznikla další řada sedel a kotlin ve směru ZSZ – VJV. Oblast zájmu je právě situovaná v části ostravské příčné vrásové kotliny neboli také ostravské brachysynklinály. [13,14]

Zájmovou oblastí prochází především a z hlavní části ostravská porucha, jak je vidět na obrázku č. 17. Tektonická linie je ve směru SZ – JV a táhne se na horní části kopce Hladnov přes Důl Petra Bezruče. Projevy, které se propagovaly na povrchu měli velkou šířku

pásma. Spolu s dalšími poruchami tvoří ostravská porucha souvislou linii. Během let došlo podél této poruchy v severní části k horizontálním posunům, které směřovaly na východ. [14]



Obr. 17: Důležité tektonické linie, které prostupují až k povrchu [15]

Podobnou charakteristiku a vlastnosti má i menší trojická porucha, která se nachází jižněji od ostravské poruchy. Dráha této poruchy má směr jižní vlnovitého tvaru. Další poruchou v zájmové oblasti je najmanjská porucha situovaná jižně od Dolu Petra Bezruče, která má směr S – J.

Celkově se v zájmové oblasti nachází i další, menší tektonické linie a poruchy, které jsou taktéž s větší částí rovnoběžné s ostravskou poruchou, ale ne všechny prostupují karbonem až k povrchu. Tyto poruchy můžeme vidět na obrázku č. 18. Jedná se o podélný řez zájmové oblasti, kde jsou poruchy vyznačeny oranžovou barvou.

4. GEOTECHNICKÉ MAPOVÁNÍ DANÉ LOKALITY

Jedním z hlavních úkolů pro seznámení se zájmovou lokalitou bylo třeba provést terénní průzkum a zmapování dané lokality. Z dřívějších informací a materiálů byla velikost dané lokality zjištěna a ohraničena (obr. 1). Velikost zájmové oblasti byla určena tím, kam až dosahují a projevují se deformace objektů na povrchu. Bylo zapotřebí zajistit každý objekt a provést pasportizaci stavebních objektů s důrazem na trhliny a poruchy. Z důvodu nepřístupnosti do vnitřních prostor všech objektů, jsou všechny stavby sledovány pouze z lícové strany, aby byly podmínky srovnatelné. Rozloha celé oblasti je přibližně 1,3 km². Z toho důvodu byl tento terénní průzkum rozdělen do dvou dnů (obr. 19).



Obr. 19: Rozdělení zájmové oblasti na západní a východní část

První den byla prozkoumána západní část zájmové oblasti. Postup rekognoskace byl následující: začalo se na ulici Sokolská třída a pokračovalo se po ní a její přilehlých ulicích, které se nacházejí na západní straně řeky Ostravice. Následně se pokračovalo přes most Miloše Sýkory na Náměstí Jurije Gagarina, přes ulice Záměstní a Keltičkova a zpět po ulici Českobratrská až k mostu Pionýrů.

Druhý den se pokračovalo v terénním průzkumu a prošla se druhá část zájmové oblasti, tedy východní část. Začalo se na ulici Jáklovecká a postupně přes ulice Olbrachtova, Chittussiho, Hladnovská, Kranichova, Holečková a jejich přilehlé ulice se pokračovalo východně až k ulici Heřmanická. Odtud už bylo zapotřebí jen projít jižní část ulice Michálkovická.

Během obou dnů, kdy byla procházena lokalita a byla prováděna fotodokumentace porušené zástavby (budov, zdí, cest, chodníků atd.) bylo pořízeno přibližně 400 fotografií na cca 90 objektech. Celá fotodokumentace je součástí přílohy P 13 - 389. Na základě provedeného průzkumu byl navržen geotechnický monitoring (měření poruch vybraných objektů), který je zdokumentován v následující kapitole.

4.1 GEOTECHNICKÝ MONITORING – MĚŘENÍ DISKONTINUIT

Po provedení terénního průzkumu celé zájmové oblasti byl navržen geotechnický monitoring – měření diskontinuit. Jelikož je zájmová oblast velice rozsáhlá, tak byl geotechnický monitoring – měření diskontinuit prováděn na více místech. Přesněji se jedná o 4 vytipované lokality v zájmové oblasti. Jedná se o tyto objekty: opěrná zeď podél komunikace v blízkosti stadionu Bazaly, opěrná zeď ve Všehradově sadě, betonová zídka na ulici Michálkovická před domem č. p. 1715/72 a betonová zídka na ulici Bohumínská u domu č. p. 25 (obr. 20).

Cílem geotechnického monitoringu bylo zjistit stav diskontinuit na různých místech zájmové oblasti, jejich divergenci, popřípadě konvergenci a stanovit závěr geotechnického monitoringu. Součástí celého geotechnického monitoringu je fotodokumentace měřených trhlin (příloha P 390 - 413).



Obr. 20: Vytipovaná místa pro geotechnický monitoring

1 - betonová zídka na ulici Bohumínská u domu č. p. 25; 2 - betonová zídka na ulici Michálkovická před domem č. p. 1715/72; 3 - opěrná zeď ve Všehradově sadě, 4 - opěrná zeď podél komunikace v blízkosti stadionu Bazaly

Měření, jak už bylo napsáno výše probíhalo na 4 místech zájmové oblasti (obr. 21 – 24). Na každém z těchto míst byly pro přesnější a obraznější výsledky nalezeny 2 poruchy, u kterých byla měřena horní a dolní část trhliny. Tedy z každého vytipovaného místa byly získány vždy čtyři hodnoty, přesněji dvě hodnoty z každé poruchy.



Obr. 21: Betonová zídka na ulici Bohumínská u domu č. p. 25



Obr. 22: *Betonová zídka na ulici Michálkovická před domem č. p. 1715/72*



Obr. 23: *Opěrná zeď ve Všehradově sadu*



Obr. 24: *Opěrná zeď podél komunikace v blízkosti stadionu Bazaly*

Existuje mnoho způsobů, jakými měřit změny diskontinuit. Jednou z hlavních metod je použití dilatometru ať už na principu mechanickém nebo elektrickém. Dalšími metodami je použití sádrových terčů nebo skleněných sklíčků, kdy se dané projevy objeví jako praskliny sklíčka popřípadě terčů. V případě této diplomové práce bylo zvoleno použití pravítka na měření trhlin (obr. 25), které nepotřebuje žádný zásah do objektu, jako například přilepení sklíčka epoxidovým lepidlem. Aby bylo měření přesné a vždy za stejných podmínek, tak bylo třeba si na dané poruše vyznačit místa měření (obr. 26).



Obr. 25: *Pravítko pro měření trhlin*



Obr. 26: *Vyznačení míst měření na poruchách v místě Michálkovické ulice
(vlevo levá a vpravo pravá porucha)*

Geotechnický monitoring započal dne 1. 10. 2017 a byl prováděn denně celý měsíc tedy až do 31. 10. 2017. V následujících tabulkách č. 4 – 7 jsou zaznamenány naměřené hodnoty. Hodnoty jsou udávány v milimetrech a vyjadřují současný stav měřené poruchy v daný den.

Levá porucha nahoře										
1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	5.10.	6.10.	7.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.
3	3	2,5	2,5	2,5	2,5	2	2	2	2	2
12.10.	13.10.	14.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	19.10.	20.10.	21.10.	22.10.
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,5
23.10.	24.10.	25.10.	26.10.	27.10.	28.10.	29.10.	30.10.	31.10.		
2	2	2	2	2	2	2,5	2,5	3		
Levá porucha dole										
1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	5.10.	6.10.	7.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.
1	1	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	0,8
12.10.	13.10.	14.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	19.10.	20.10.	21.10.	22.10.
0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	1
23.10.	24.10.	25.10.	26.10.	27.10.	28.10.	29.10.	30.10.	31.10.		
0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1	1		
Pravá porucha nahoře										
1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	5.10.	6.10.	7.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.
2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2	2	2,5	2,5	2,5	2
12.10.	13.10.	14.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	19.10.	20.10.	21.10.	22.10.
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,5
23.10.	24.10.	25.10.	26.10.	27.10.	28.10.	29.10.	30.10.	31.10.		
2	2	2	2	1,8	1,8	2	2	2,5		
Pravá porucha dole										
1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	5.10.	6.10.	7.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.
2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2	2	2	2	2	2
12.10.	13.10.	14.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	19.10.	20.10.	21.10.	22.10.
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,5
23.10.	24.10.	25.10.	26.10.	27.10.	28.10.	29.10.	30.10.	31.10.		
2,5	2,5	2	2	2	2	2	2	2,5		

Tab. č. 4: Hodnoty poruch v mm u betonové zídky na ulici Bohumínská u domu č. p. 25

Levá porucha nahoře										
1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	5.10.	6.10.	7.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.
0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1
12.10.	13.10.	14.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	19.10.	20.10.	21.10.	22.10.
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
23.10.	24.10.	25.10.	26.10.	27.10.	28.10.	29.10.	30.10.	31.10.		
0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2		
Levá porucha dole										
1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	5.10.	6.10.	7.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
12.10.	13.10.	14.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	19.10.	20.10.	21.10.	22.10.
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
23.10.	24.10.	25.10.	26.10.	27.10.	28.10.	29.10.	30.10.	31.10.		
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		
Pravá porucha nahoře										
1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	5.10.	6.10.	7.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.
0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3
12.10.	13.10.	14.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	19.10.	20.10.	21.10.	22.10.
0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
23.10.	24.10.	25.10.	26.10.	27.10.	28.10.	29.10.	30.10.	31.10.		
0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4		
Pravá porucha dole										
1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	5.10.	6.10.	7.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.
0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
12.10.	13.10.	14.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	19.10.	20.10.	21.10.	22.10.
0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
23.10.	24.10.	25.10.	26.10.	27.10.	28.10.	29.10.	30.10.	31.10.		
0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2		

Tab. č. 5: Hodnoty poruch v mm u betonové zídky na ulici Michálkovická č. p. 1715/72

Levá porucha nahoře										
1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	5.10.	6.10.	7.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.
0,9	1	1,6	1,4	1,2	1,4	1,6	1,6	1,6	1,4	1,4
12.10.	13.10.	14.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	19.10.	20.10.	21.10.	22.10.
1,4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,4	1,4	1,6	1,8
23.10.	24.10.	25.10.	26.10.	27.10.	28.10.	29.10.	30.10.	31.10.		
1,8	1,8	1,6	1,6	1,8	1,6	1,8	1,8	2		
Levá porucha dole										
1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	5.10.	6.10.	7.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.
1	1	1,4	1,2	1	1	1,2	1,2	1,2	1,2	1
12.10.	13.10.	14.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	19.10.	20.10.	21.10.	22.10.
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1,2	1,4
23.10.	24.10.	25.10.	26.10.	27.10.	28.10.	29.10.	30.10.	31.10.		
1,4	1,2	1,2	1,2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,6		
Pravá porucha nahoře										
1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	5.10.	6.10.	7.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.
0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2
12.10.	13.10.	14.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	19.10.	20.10.	21.10.	22.10.
0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
23.10.	24.10.	25.10.	26.10.	27.10.	28.10.	29.10.	30.10.	31.10.		
0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2		
Pravá porucha dole										
1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	5.10.	6.10.	7.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.
0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2
12.10.	13.10.	14.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	19.10.	20.10.	21.10.	22.10.
0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
23.10.	24.10.	25.10.	26.10.	27.10.	28.10.	29.10.	30.10.	31.10.		
0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3		

Tab. č. 6: Hodnoty poruch v mm u opěrné zdi ve Všehradově sadu

Levá porucha nahoře										
1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	5.10.	6.10.	7.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.
2,5	2,5	3	3,5	3	2,5	2,5	3	3	2,5	2,5
12.10.	13.10.	14.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	19.10.	20.10.	21.10.	22.10.
2,5	2,5	2	2	2	2	2	2,5	2,5	2,5	3
23.10.	24.10.	25.10.	26.10.	27.10.	28.10.	29.10.	30.10.	31.10.		
3,5	3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3		
Levá porucha dole										
1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	5.10.	6.10.	7.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.
1,8	1,8	1,8	2	1,8	1,8	2	1,8	2	2	1,8
12.10.	13.10.	14.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	19.10.	20.10.	21.10.	22.10.
1,8	1,8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,8	1,8	1,8	2
23.10.	24.10.	25.10.	26.10.	27.10.	28.10.	29.10.	30.10.	31.10.		
2	2	1,8	1,8	2	2	2	2	2		
Pravá porucha nahoře										
1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	5.10.	6.10.	7.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.
0,5	0,5	0,7	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7
12.10.	13.10.	14.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	19.10.	20.10.	21.10.	22.10.
0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,2
23.10.	24.10.	25.10.	26.10.	27.10.	28.10.	29.10.	30.10.	31.10.		
0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,9	0,9	1	1		
Pravá porucha dole										
1.10.	2.10.	3.10.	4.10.	5.10.	6.10.	7.10.	8.10.	9.10.	10.10.	11.10.
0,4	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4
12.10.	13.10.	14.10.	15.10.	16.10.	17.10.	18.10.	19.10.	20.10.	21.10.	22.10.
0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6
23.10.	24.10.	25.10.	26.10.	27.10.	28.10.	29.10.	30.10.	31.10.		
0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6		

Tab. č. 7: Hodnoty poruch v mm u opěrné zdi podél komunikace v blízkosti stadionu Bazaly

Vyhodnocení geotechnického monitoringu je na základě tabulek č. 4 – 7, kde jsou všechna naměřená data za celý měsíc a na základě tabulek č. 8 a č. 9, kde jsou srovnány naměřené hodnoty na začátku a konci měření.

Výsledky geotechnického monitoringu dokazují, že deformace diskontinuit byly naměřeno a zaznamenáno. Dle naměřených dat můžeme říci, že chování diskontinuit, které byly vybrány, jsou z největší pravděpodobností způsobené vlivem povětrnostních podmínek a nikoliv od dynamického zatížení nebo přetváření horninového masívu. Největší projevy se objevily na levé trhlíně opěrné zdi v místě Všehradova sadu, kde byl rozdíl mezi počátečním a koncovým měřením o + 1,1 mm a + 0,5 mm. Druhým místem, které stojí za zmínku je opěrná zeď kolem stadionu Bazaly, kde byla změna u obou poruch + 0,5 mm a + 0,2 mm.

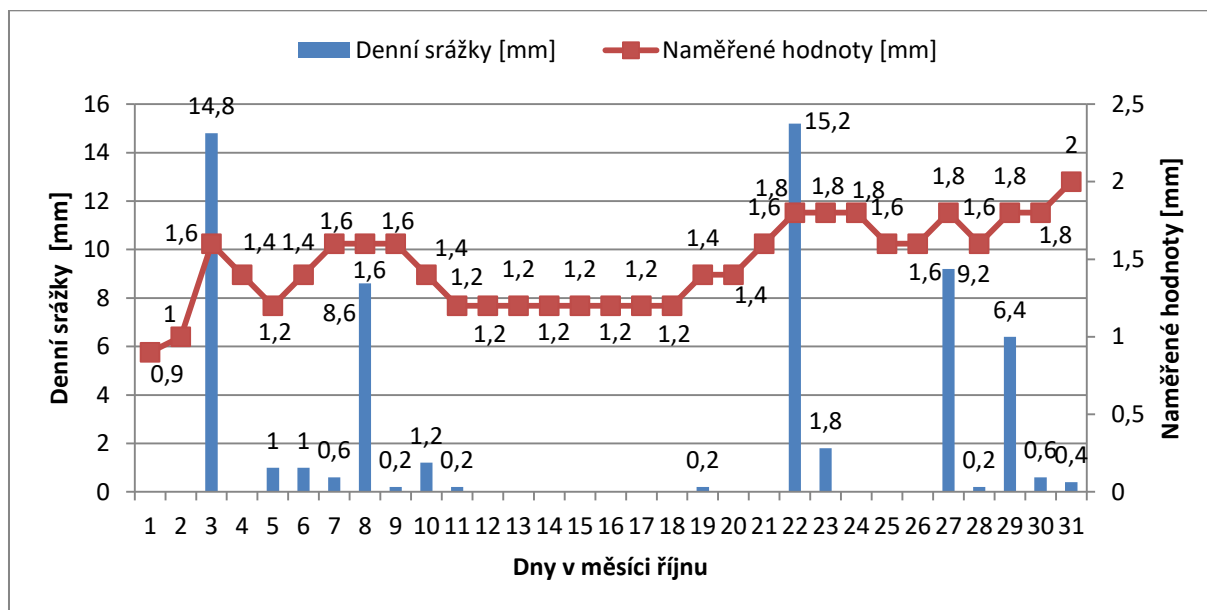
Rozdíly mezi počátečním a koncovým měřením								
	Betonová zídka na ulici Bohumínská u domu č. p. 25				Betonová zídka na ulici Michálkovická před domem č. p. 1715/72			
Datum	Levá porucha nahoře	Levá porucha dole	Pravá porucha nahoře	Pravá porucha dole	Levá porucha nahoře	Levá porucha dole	Pravá porucha nahoře	Pravá porucha dole
1.10	3	1	2,5	2,5	0,1	0,1	0,5	0,2
31.10	3	1	2,5	2,5	0,2	0,1	0,4	0,2
Rozdíl	0	0	0	0	+ 0,1	0	- 0,1	0

Tab. č. 8: Srovnání naměřených hodnot z prvního a posledního dne měření

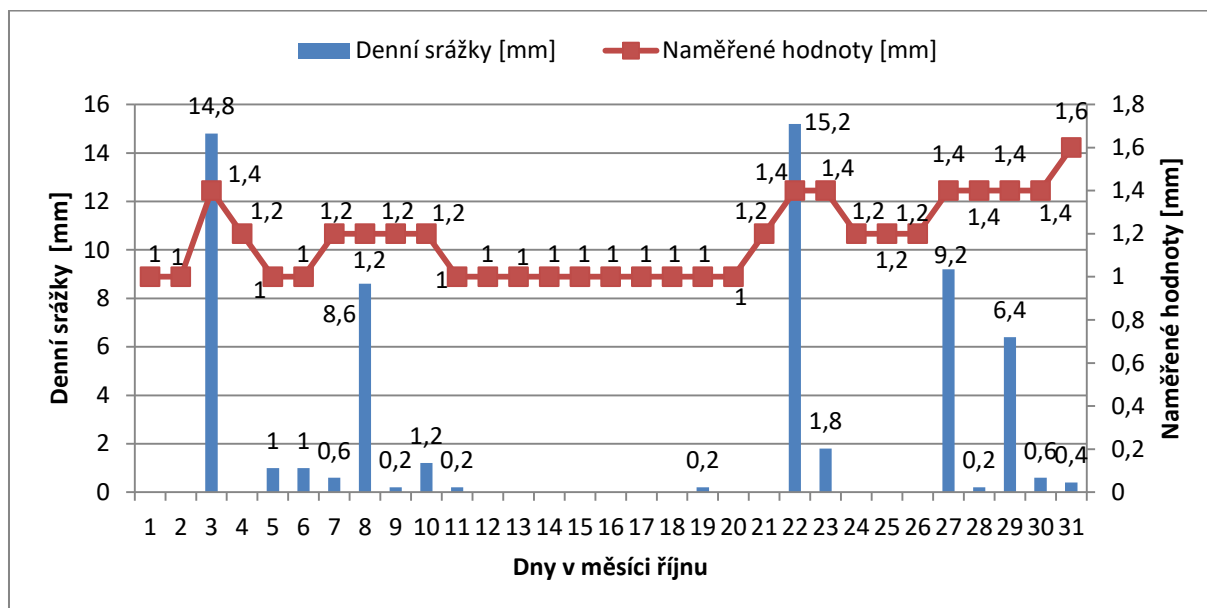
Rozdíly mezi počátečním a koncovým měřením								
	Opěrná zeď ve Všehradově sadu				Opěrná zeď podél komunikace v blízkosti stadionu Bazaly			
Datum	Levá porucha nahoře	Levá porucha dole	Pravá porucha nahoře	Pravá porucha dole	Levá porucha nahoře	Levá porucha dole	Pravá porucha nahoře	Pravá porucha dole
1.10	0,9	1	0,2	0,2	2,5	1,8	0,5	0,4
31.10	2	1,6	0,2	0,3	3	2	1	0,6
Rozdíl	+ 1,1	+ 0,5	0	+ 0,1	+ 0,5	+ 0,2	+ 0,5	+ 0,2

Tab. č. 9: Srovnání naměřených hodnot z prvního a posledního dne měření

Jak už bylo uvedeno výše, tyto změny jsou způsobeny pravděpodobně klimatickými vlivy. O tom se můžeme přesvědčit v grafech č. 1 a č. 2, kde jsou srovnány naměřené hodnoty levé poruchy opěrné zdi ve Všehradově sadě s hodnotami denních srážek. Můžeme vidět, že zvětšování diskontinuity je úměrné s množstvím denních srážek v daný den. Při měření, které probíhalo převážně v dnech 3.10 a 22.10 bylo vidět právě na těchto poruchách, že jimi vytéká voda z horninového masívu skrz opěrnou zeď.



Graf č. 1: Srovnání naměřených hodnot levé poruchy nahoře ve Všehradově sadě s hodnotami denních srážek v měsíci říjnu [16]



Graf č. 2: Srovnání naměřených hodnot levé poruchy dole ve Všehradově sadě s hodnotami denních srážek v měsíci říjnu [16]

5. ANALÝZA A ZHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU

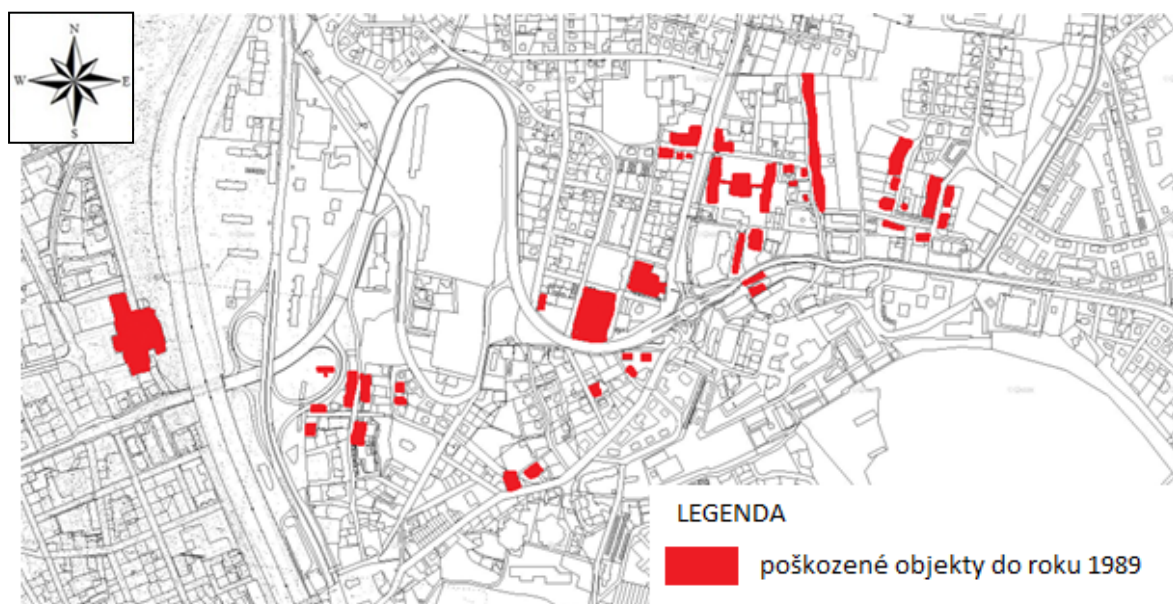
Z poznatků a dat, které byly získány během průzkumu lokality a následného geotechnického monitoringu – měření diskontinuit můžeme usoudit, že v území, které bylo sledováno dochází k přetváření horninového prostředí, v důsledku ukončení důlní činnosti, které se projevuje vznikem trhlin. Samotné změny trhlin na sledovaných lokalitách jsou doprovázeny dále klimatickými vlivy, jak už bylo dokázáno v předešlé kapitole 4.1.

O tom, že dochází k přetváření horninového prostředí se můžeme přesvědčit právě ve fotodokumentaci z terénního průzkumu v přílohách 13 – 389. Právě terénní průzkum ukázal, že přetváření horninového prostředí zde přetrvává už z minulosti. Místní obyvatelé se snaží tomuto projevu aspoň z části zabránit tím, že provádějí úpravy na svých domech. U mnoha objektů bylo vidět, že je na nich realizovaná nová hrubozrnná omítka pro zakrytí poruch. Bohužel, toto je jenom krátkodobé řešení. Bylo vidět i na nových omítkách, které byly realizovány před pár lety, že se opět poruchy projevují.

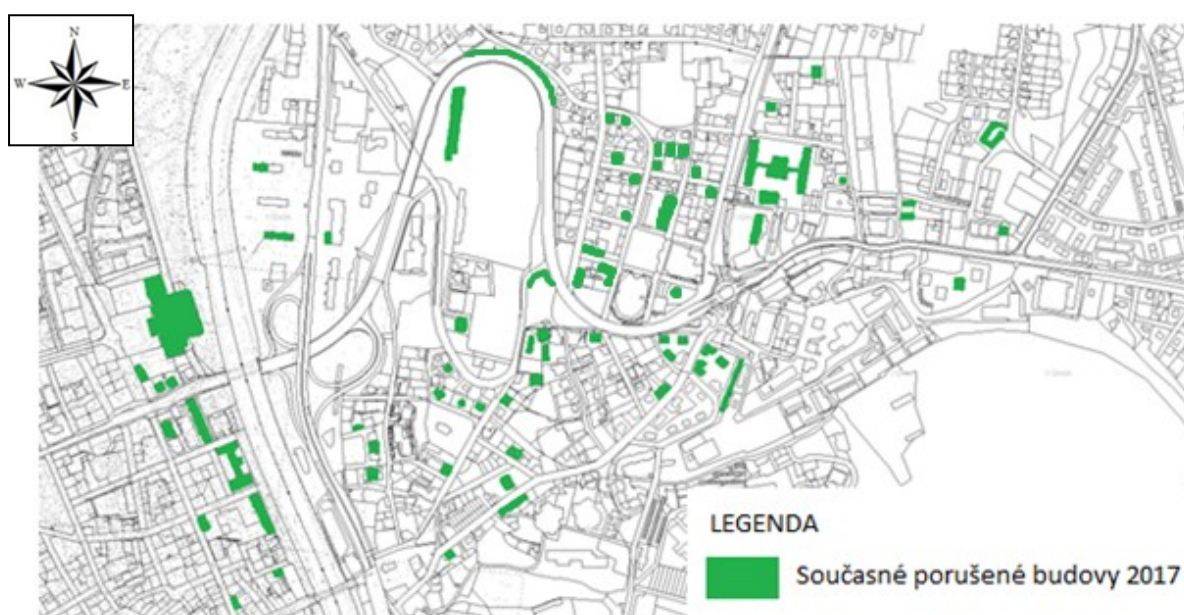
Dalším důkazem, že horninové prostředí se stále přetváří, jsou opěrné zdi kolem stadionu Bazaly. Zde je vidět na nově sanovaných poruchách, které byly zasádrovány, že se poruchy projevují přesně ve stejných místech. Tento poznatek můžeme podložit monitoringem, který ukázal, že právě na opěrných zdech byla změna prasklin za měsíc až o 1 mm větší.

Přetváření horninového prostředí v zájmové oblasti se neprojevuje jenom na budovách, ale i na mnoha jiných objektech, jako jsou např. popraskané silnici a chodníky, u kterých i na mnoha místech jsou vidět až několika centimetrové deformace. Největší projevy jsou vidět na objektech, které nejsou až tak často opravovány. Nejvíce porušené objekty byly především zídky a ploty kolem rodinných domů a také venkovní garážové komplexy.

Pro lepší orientaci a přehled o vývoji poruch v zájmové oblasti byla porovnána data z roku 1989 a data z terénního průzkumu z roku 2017. Na obrázcích č. 27 a 28, kde jsou tato data zaznamenána je vidět, že přetváření horninového prostředí neustává a bude pravděpodobně stále pokračovat.



Obr. 27: Poškozené objekty do roku 1989 [17]

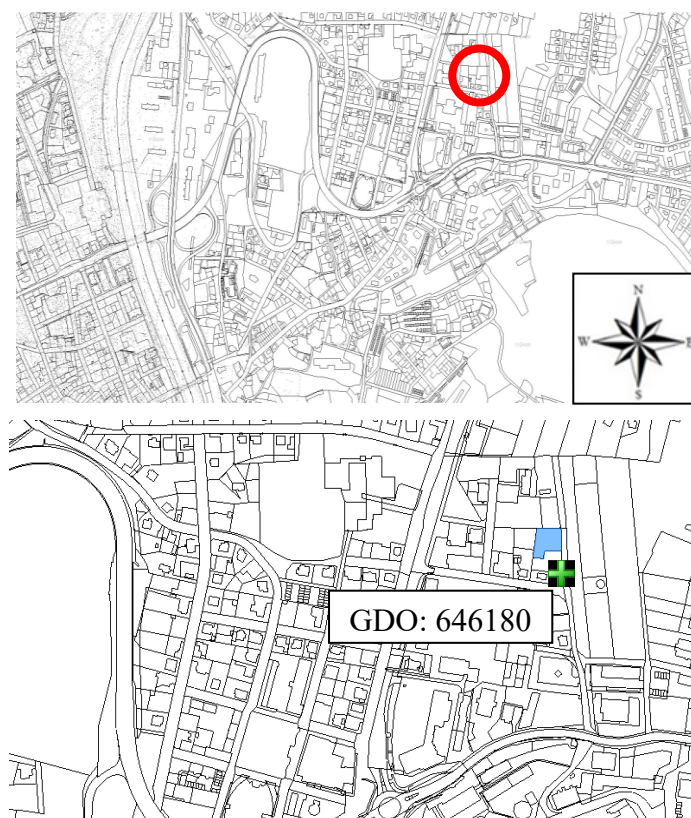


Obr. 28: Současné zjištěné poškozené objekty

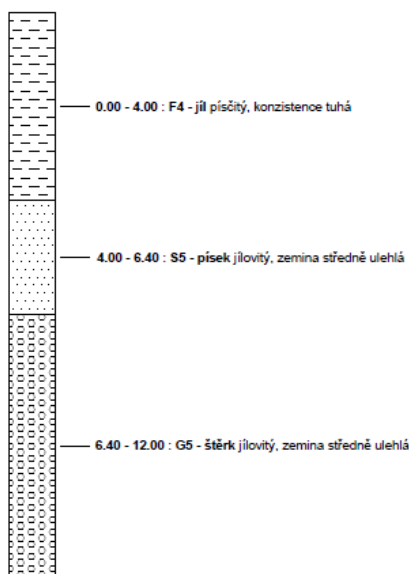
6. SROVNÁNÍ RŮZNÝCH TYPŮ ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ POMOCÍ MATEMATICKÉHO MODELOVÁNÍ S OHLEDEM NA ZÁJMOVOU OBLAST

V rámci diplomové práce byla vypracovaná studie srovnání různých plošných základových konstrukcí, které byly namodelovány pomocí geotechnického software MIDAS GTS NX. Tyto základové konstrukce byly následně vystaveny účinkům propadu, který je typický pro poddolovaná území.

Prvním bodem bylo nalezení vhodné stavební parcely. Stavební parcela se nachází v severovýchodní části zájmové oblasti (obr. 29). Přesněji se jedná o parcelu č. 2201/2 s rozlohou 980 m², která je v současné době na prodej. V oblasti této parcely byl vyhledán v archívu nejbližší geologický vrt, který je potřebný pro tvorbu modelu. Tento vrt číslo 646180 se nacházel přibližně necelých 100 m od této parcely, jak můžeme vidět na obrázku č. 29. Geologický profil, který byl získán z archívu České geologické služby je vidět na obrázku č. 30.



Obr. 29: Vyznačení parcely č. 2201/2 (modře) se situováním vrtu číslo 646180



Obr. 30: *Geologický profil získaný na základě vrtu č. 646180*

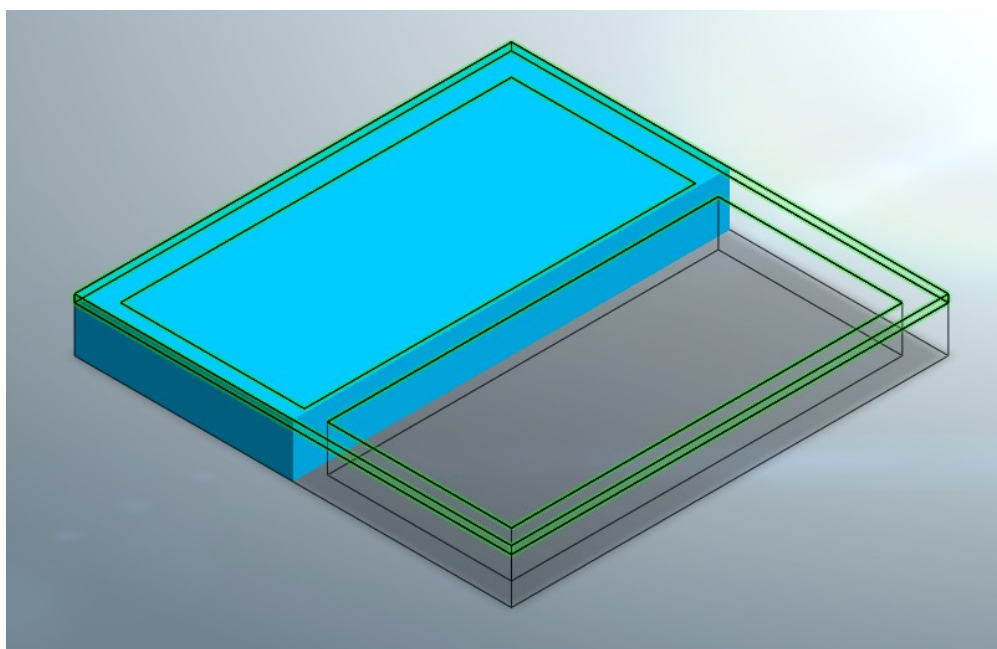
Pro danou lokalitu byly namodelovány pomocí geotechnického softwaru MIDAS GTS NX tři koncepty základových konstrukcí pro realizaci dvoupatrového rodinného domu. Prvním typem základové konstrukce je prostá betonová deska. Druhým typem jsou betonové pásy v kombinaci s betonovou deskou, které se používají jako nečastější typ pro realizaci základů rodinného domu. Třetím typem je betonový rošt v kombinaci s betonovou deskou.

Z důvodu, že se parcela nachází na poddolovaném území, je třeba brát v úvahu normu ČSN 73 0039 o navrhování objektů na poddolovaném území. V této normě je napsáno, že stavba má být nepodsklepená s jednoduchou základovou konstrukcí v kombinaci se základovou deskou a jednoduchými inženýrskými sítěmi. Bez jakýchkoliv konstrukcí, které ohrožují stabilitu svým tvarem. Jako například zděné oblouky nebo oblouky bez táhel atd.. [18]

6.1 VARIANTY NÁVRHŮ PRO PŘÍPAD REALIZACE

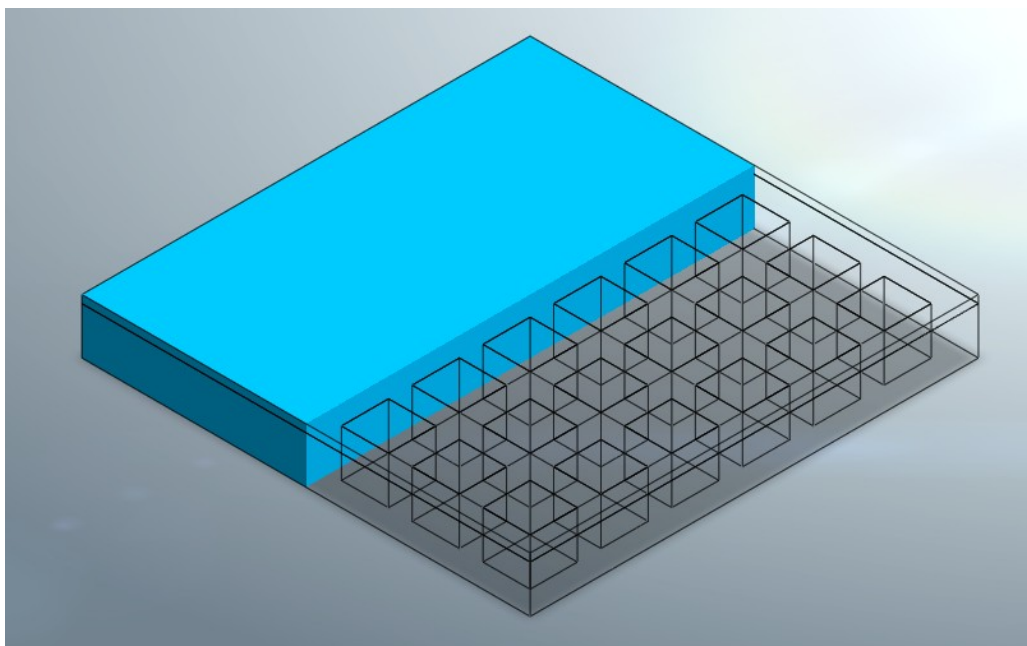
V rámci modelování modelu jsou namodelovány tři varianty návrhů založení stavebního objektu (dvoupodlažního rodinného domu) v území stavební parcely 2201/2, která se nachází v zájmové oblasti. Rodinný dům s dvěma podlažími bude mít rozměry základů $11,4 \times 11,4$ m se zatížením o velikosti 20 kN/m^2 ($10 \text{ kN/m}^2 = 1$ podlaží [19]). Jak už bylo psáno výše, jedná se o plošné základy typu deska, pásy v kombinaci s deskou a rošt v kombinaci s deskou.

Základová konstrukce pásů v kombinaci s betonovou deskou je navržena tak, že základové pásy mají šířku 0,6 m a jsou založeny do nezamrzlé hloubky 1,2 m z důvodu zakládání v jílovitých zeminách a základová deska o výšce 0,2 m nad terénem (obr. č. 31).



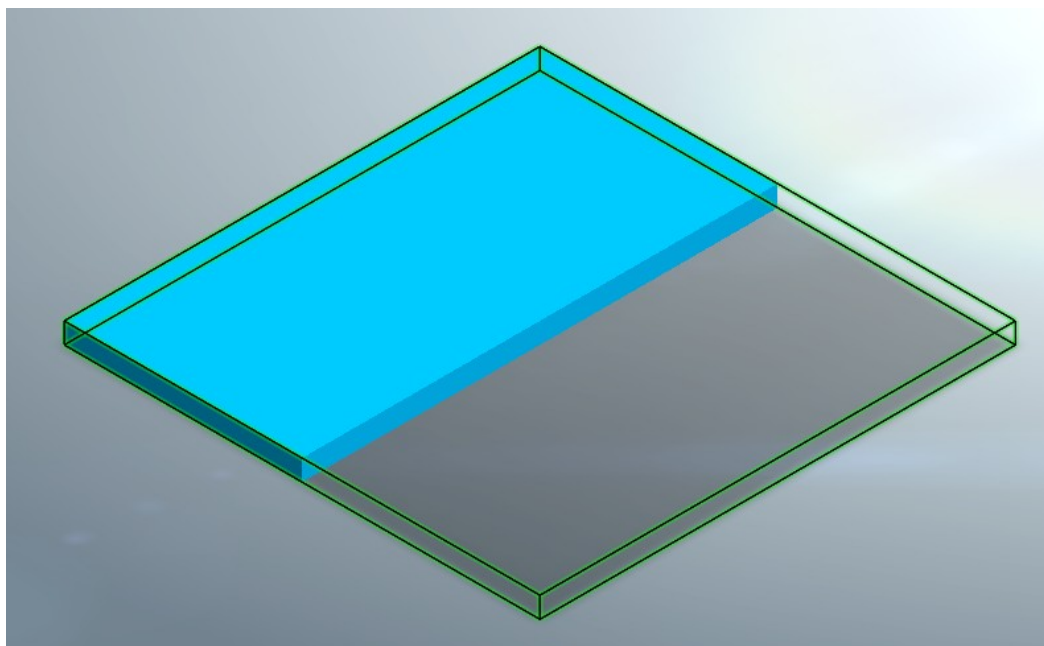
Obr. 31: Model základové konstrukce – pásy v kombinaci s deskou

Základová konstrukce rošt v kombinaci s betonovou deskou je navržena tak, že rošt má šířku žebíř 0,6 m a prostor mezi žebry 1,2 m. Stejně jako pásy je rošt založen do nezamrzlé hloubky 1,2 m z důvodu zakládání v jílovitých zeminách. Základová deska o výšce 0,2 m se nachází nad terénem (obr. č. 32).



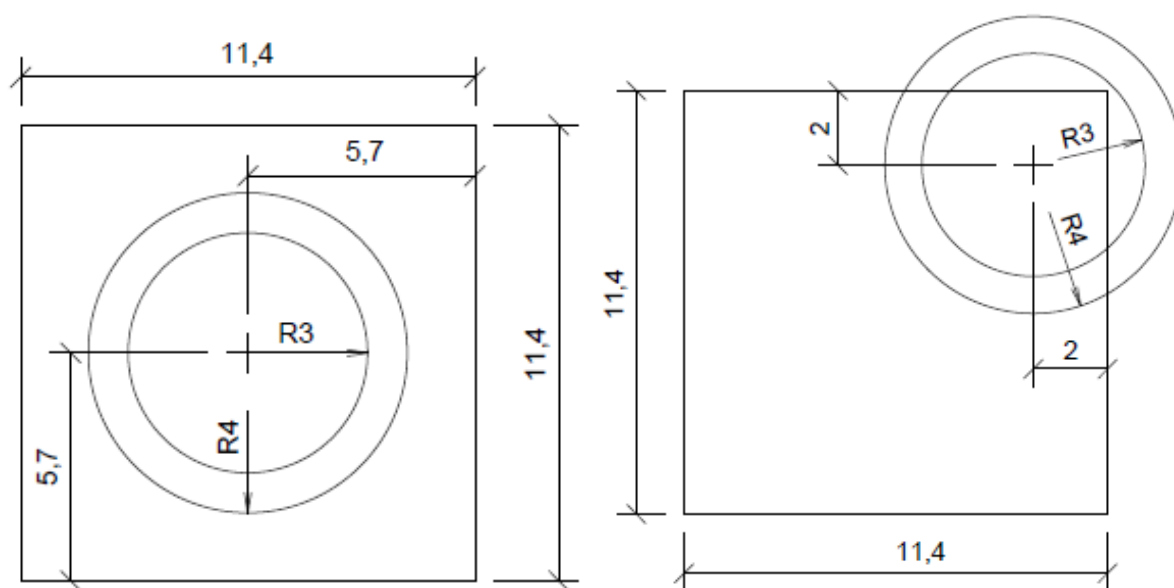
Obr. 32: *Model základové konstrukce – rošt v kombinaci s deskou*

Základová konstrukce prosté betonové desky je navržena o tloušťce 0,5 m, přičemž z této tloušťky se nachází 20 cm nad terénem. Aby bylo srovnání relevantní, tak je deska umístěna do stejné hloubky, jako předešlé konstrukce a nadbytečná zemina je odstraněna (obr. č. 33).

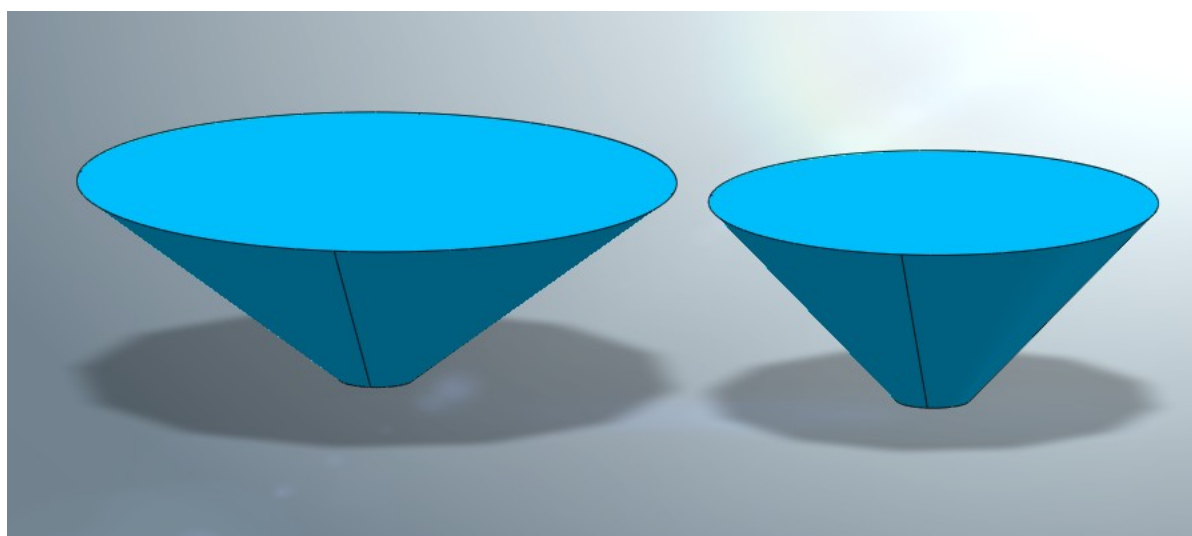


Obr. 33: *Model základové konstrukce – deska*

Při modelování jsou vybraná dvě místa propadu pod základovou konstrukcí, která simulují propad kterékoli části základové konstrukce. Prvním místem propadu bylo vybráno místo pod středem základové konstrukce na rozdíl od druhého místa propadu, který se nachází pod rohem základové konstrukce (obr. č. 34). První typ propadu je simulován ve tvaru komolého kužele o velikostech vrchní kružnice s poloměrem 3,0 m a spodním poloměrem 0,5 m. Druhý typ propadu je také ve tvaru komolého kužele o velikostech vrchní kružnice s poloměrem 4,0 m a spodním poloměrem 0,5 m. Oba typy propadů jsou do hloubky 2,7 m pod základovou konstrukcí (obr. č. 35).



Obr. 34: Schéma vzniku simulovaného propadu
(vlevo – propad pod středem $r = 3\text{ m}$ a 4 m , vpravo – propad pod rohem $r = 3\text{ m}$ a 4 m)



Obr. 35: Dva typy propadů namodelovány v MIDASU GTS NX
(vlevo – propad s poloměrem 4 m , vpravo – propad s poloměrem 3 m)

Z vrtu č. 646180 byla zjištěna stavba horninového masívu a všechny potřebné vstupující parametry zemín, které byly použity do softwaru jsou vypsány v tabulce č. 10. V tabulce č. 11 jsou vypsány parametry betonu C20/25, kterým jsou realizovány dané koncepty základových konstrukcí.

Zemina	Hloubka [m]	γ [kN/m³]	E [MPa]	C [kPa]	ϕ [°]	M [-]
Jíl písčivý (F4)	0 - 4	18,5	5	14	25	0,35
Písek jílovitý (S5)	4 - 6,4	18,5	8	8	27	0,35
Štěrk jílovitý (G5)	6,4 - 12	19,5	50	6	30	0,30

Tab. č. 10: *Vlastnosti zemín*

Beton	γ [kN/m³]	E [GPa]	μ [-]
C20/25	24	29	0,2

Tab. č. 11: *Vlastnosti betonu*

6.2 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ MATEMATICKÉHO MODELOVÁNÍ

Na základě zjištěných dat, která byla získána z modelu základových konstrukcí můžeme říci, že vliv propadu na typy konstrukcí je velmi rozdílný. Všechny výstupy z modelů jsou součástí přílohy P 414 – 509.

V rámci sedání základových konstrukcí se sedání konstrukce modelů pohybuje v rozmezí od 0,3 mm až do 25,3 mm podle místa a velikosti propadu (tabulky č. 12 – 14). Z možných typů navržených základových plošných konstrukcí vyšel nejlépe rošt v kombinaci s deskou, u kterého se změna sednutí v nejhorším návrhu projevila o 15,3 mm. Na rozdíl od základových pásů v kombinaci s deskou, kde byla změna sednutí až 25,3 mm. V rámci sedání

základové konstrukce můžeme usoudit, že největší vliv na sedání konstrukce se vzniklým komolým kuželovým propadem má velikost horního poloměru komolého kuželového propadu a hlavně umístění propadu. Největší změny byly zaznamenány, jak se předpokládalo u propadu, který byl umístěn pod rohem základové konstrukce. Hodnoty získaných napětí jsou uvedeny v tabulkách č. 15 – 23.

V rámci studie můžeme říci, že výsledky jsou podle očekávání. Na základě hodnocení lze konstatovat, že rošt v kombinaci s deskou vyšel nejlépe, ale jeho realizace je velice nákladná. Na rozdíl od roštu můžeme vidět, že samostatná betonová deska má podobné výsledky jako rošt, tedy by byla daleko efektivnější pro plán investora z pohledu finanční stránky. Pásky v kombinaci s deskou, které se používají jako nejčastější typ základů pro rodinné domy vyšel z této studie nejhůře. Musíme si ale také uvědomit, že všechny konstrukce byly modelovány bez výztuže. Právě objem výztuže v dané konstrukci může velice napomoci ke snížení projevů propadů pod základovou konstrukcí nebo následné změnění parametrů a rozměrů konstrukce.

Výsledky tohoto modelování slouží pouze jako orientační pohled na problematiku daného území v případě výstavby. Modelování je sice prováděno v reálné situaci horninového masívu, který byl zjištěn geologickým vrtem, ale nevychází z žádného podrobného inženýrsko-geologického průzkum, který by byl pro danou lokalitu výhodnější. Na závěr této kapitoly je ukázka výstupů z programu MIDAS GTS NX pro pásky v kombinaci s deskou po propadu, který vznikl pod středem konstrukce s horním poloměrem komolého kužele $r = 4 \text{ m}$ (obr. č. 36 - 39).

Rošt – sedání základů	Před propadem	Po propadu	Rozdíl
Propad pod rohem – $r = 3 \text{ m}$	14,7 mm	22,4 mm	+ 7,7 mm
Propad pod rohem – $r = 4 \text{ m}$	14,7 mm	31,0 mm	+ 15,3 mm
Propad pod středem – $r = 3 \text{ m}$	14,2 mm	15,1 mm	+ 0,9 mm
Propad pod středem – $r = 4 \text{ m}$	14,5 mm	14,8 mm	+ 0,3 mm

Tab. č. 12: Rozdíl sednutí základu roštu před a po propadu v mm

Pásky – sedání základů	Před propadem	Po propadu	Rozdíl
Propad pod rohem – r = 3 m	11,7 mm	23,4 mm	+ 11,7 mm
Propad pod rohem – r = 4 m	11,9 mm	37,2 mm	+ 25,3 mm
Propad pod středem – r = 3 m	11,9 mm	17,0 mm	+ 5,1 mm
Propad pod středem – r = 4 m	11,7 mm	17,3 mm	+ 5,6 mm

Tab. č. 13: Rozdíl sednutí základu pásů před a po propadu v mm

Deska – sedání základů	Před propadem	Po propadu	Rozdíl
Propad pod rohem – r = 3 m	13,0 mm	22,3 mm	+ 9,3 mm
Propad pod rohem – r = 4 m	12,5 mm	31,2 mm	+ 18,7 mm
Propad pod středem – r = 3 m	13,1 mm	13,5 mm	+ 0,4 mm
Propad pod středem – r = 4 m	12,9 mm	13,8 mm	+ 0,9 mm

Tab. č. 14: Rozdíl sednutí základu desky před a po propadu v mm

Rošt – napětí ve směru osy Z	Před propadem [kN/m²]	Po propadu [kN/m²]
Propad pod rohem – r = 3 m	18,379	87,989
Propad pod rohem – r = 4 m	7,003	141,116
Propad pod středem – r = 3 m	123,528	137,878
Propad pod středem – r = 4 m	40,739	68,230

Tab. č. 15: Napětí ve směru osy z před a po propadu – rošt

Pásky – napětí ve směru osy Z	Před propadem [kN/m²]	Po propadu [kN/m²]
Propad pod rohem – r = 3 m	58,899	140,884
Propad pod rohem – r = 4 m	55,364	341,222
Propad pod středem – r = 3 m	71,556	111,314
Propad pod středem – r = 4 m	31,504	163,63

Tab. č. 16: Napětí ve směru osy z před a po propadu – pásky

Deska – napětí ve směru osy Z	Před propadem [kN/m²]	Po propadu [kN/m²]
Propad pod rohem – r = 3 m	131,835	258,115
Propad pod rohem – r = 4 m	120,844	550,962
Propad pod středem – r = 3 m	115,898	142,136
Propad pod středem – r = 4 m	127,25	217,102

Tab. č. 17: *Napětí ve směru osy z před a po propadu – deska*

Rošt – napětí při horním okraji	Před propadem [kN/m²]	Po propadu [kN/m²]
Propad pod rohem – r = 3 m	860,76	1094,18
Propad pod rohem – r = 4 m	1041,78	1710,93
Propad pod středem – r = 3 m	1301,97	1637,98
Propad pod středem – r = 4 m	971,026	1364,34

Tab. č. 18: *Napětí při horním okraji konstrukce - rošt*

Pásky – napětí při horním okraji	Před propadem [kN/m²]	Po propadu [kN/m²]
Propad pod rohem – r = 3 m	1645,27	2751,82
Propad pod rohem – r = 4 m	1876,53	4195,64
Propad pod středem – r = 3 m	1823,96	3507,34
Propad pod středem – r = 4 m	1885,97	4525,19

Tab. č. 19: *Napětí při horním okraji konstrukce - pásky*

Deska – napětí při horním okraji	Před propadem [kN/m²]	Po propadu [kN/m²]
Propad pod rohem – r = 3 m	1052,77	1968,39
Propad pod rohem – r = 4 m	1121,58	2412,5
Propad pod středem – r = 3 m	1235,04	1841,45
Propad pod středem – r = 4 m	1263,57	2374,15

Tab. č. 20: *Napětí při horním okraji konstrukce - deska*

Rošt – napětí ve středu konstrukce	Před propadem [kN/m²]	Po propadu [kN/m²]
Propad pod rohem – r = 3 m	-15,127	37,903
Propad pod rohem – r = 4 m	-19,420	64,224
Propad pod středem – r = 3 m	76,146	77,378
Propad pod středem – r = 4 m	18,413	27,845

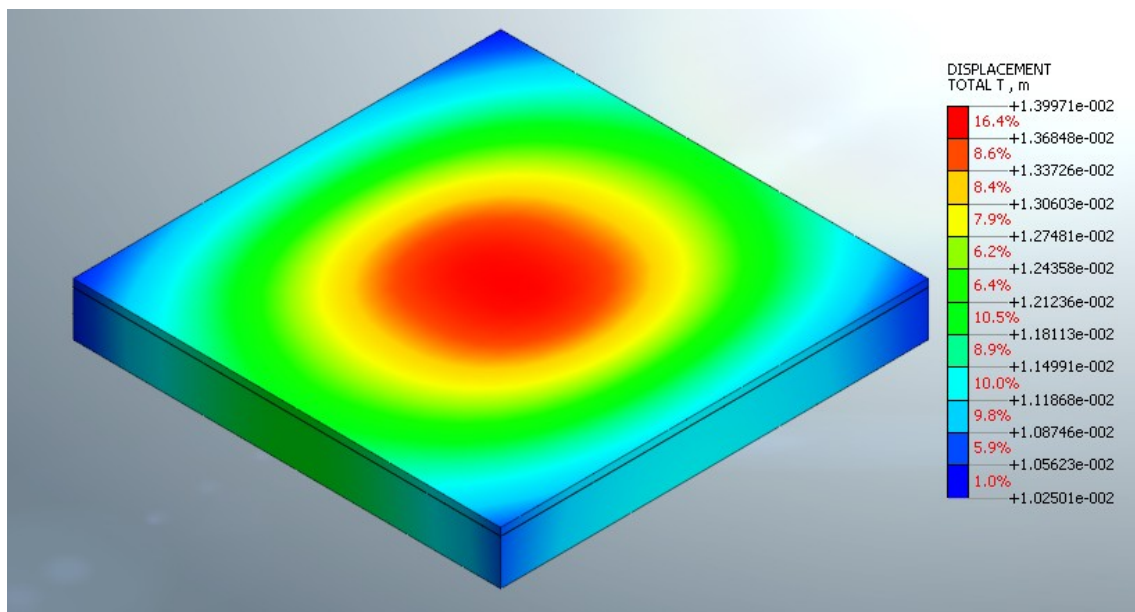
Tab. č. 21: *Napětí ve středu konstrukce - rošt*

Pásky – napětí ve středu konstrukce	Před propadem [kN/m²]	Po propadu [kN/m²]
Propad pod rohem – r = 3 m	-32,856	11,553
Propad pod rohem – r = 4 m	19,478	171,24
Propad pod středem – r = 3 m	-36,377	-25,502
Propad pod středem – r = 4 m	-26,650	-2,645

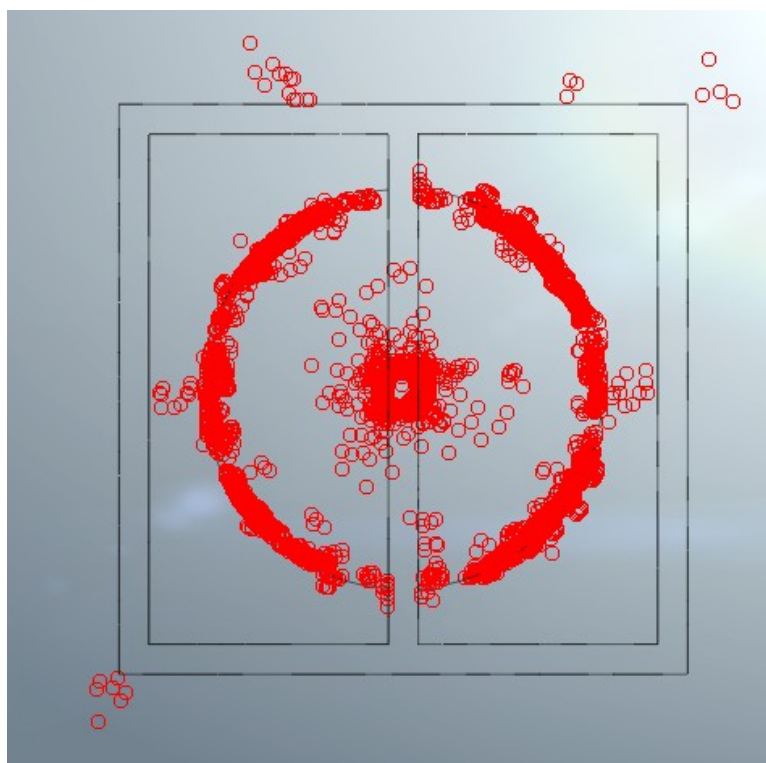
Tab. č. 22: *Napětí ve středu konstrukce - pásky*

Deska – napětí ve středu konstrukce	Před propadem [kN/m²]	Po propadu [kN/m²]
Propad pod rohem – r = 3 m	18,384	7,937
Propad pod rohem – r = 4 m	37,098	-36,651
Propad pod středem – r = 3 m	41,377	49,018
Propad pod středem – r = 4 m	81,3814	90,354

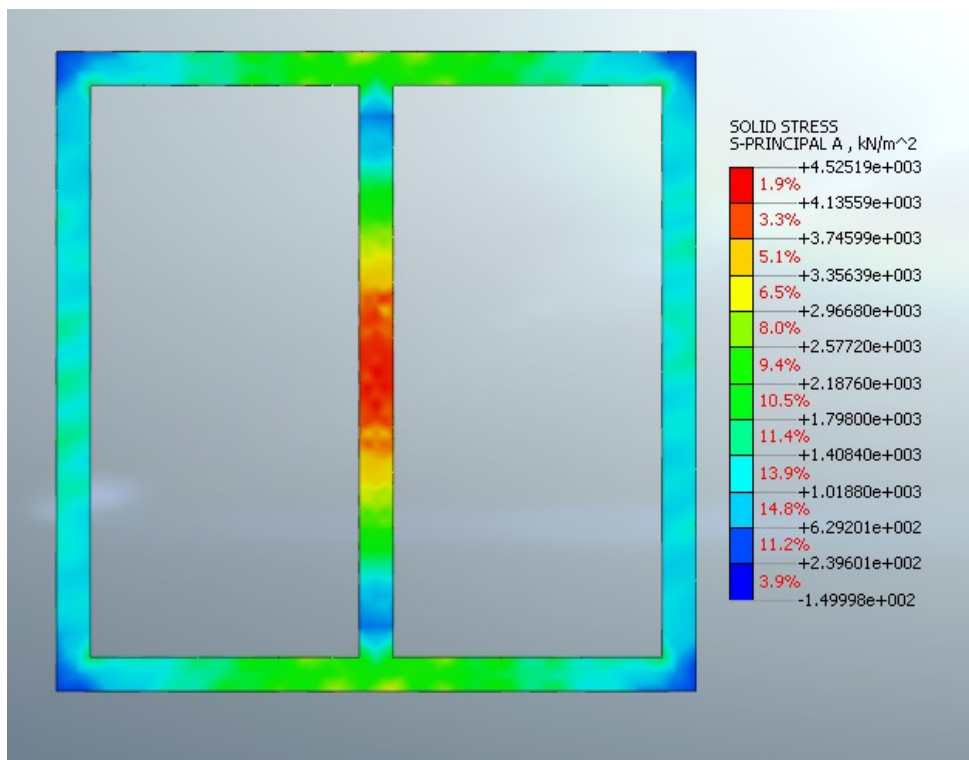
Tab. č. 23: *Napětí ve středu konstrukce – deska*



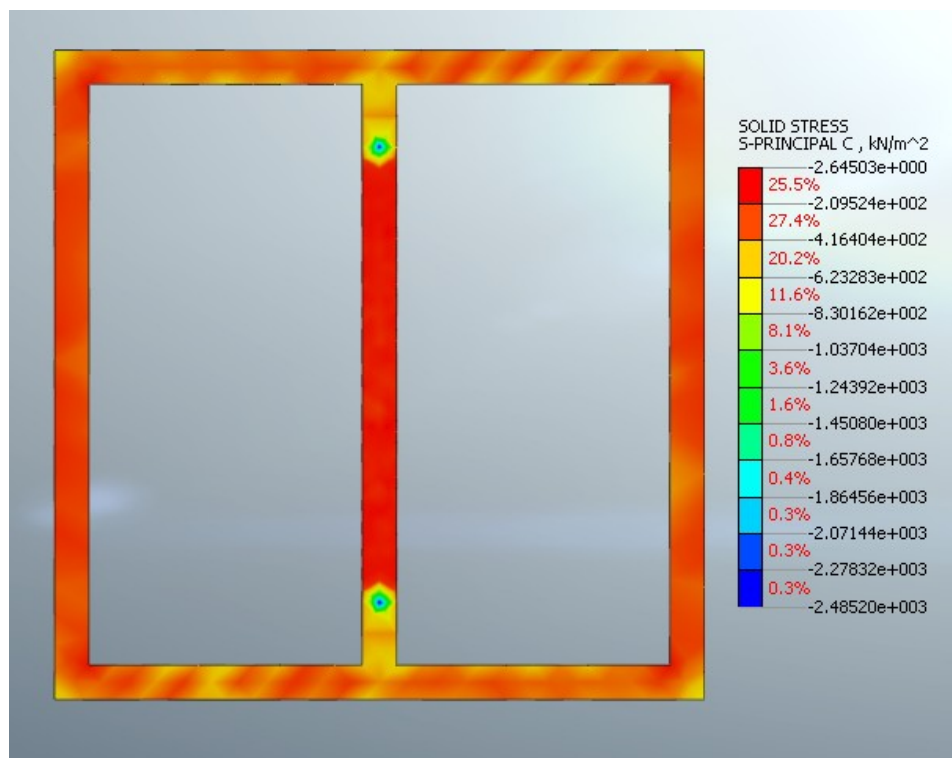
Obr. 36: Deformace pásů v kombinaci s deskou pod středovým propadem o $r = 4\text{ m}$



Obr. 37: Plastické body u konstrukce pásů se středovým propadem $r = 4\text{ m}$



Obr. 38: *Napětí při horním okraji konstrukce – pásy se středovým propadem $r = 4\text{ m}$*



Obr. 39: *Napětí ve středu konstrukce – pásy se středovým propadem $r = 4\text{ m}$*

7. ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývala problematikou v oblasti Hladnovského zlomu, který se nachází v oblasti Slezské Ostravy a částečně v části Moravská Ostrava. V této oblasti se vyskytuje mnoho porušených objektů, které jsou ovlivněny přetvářením horninového prostředí. Tyto projevy se objevovaly už od konce 50. let minulého století, kdy byla v této oblasti aktivní důlní činnost. Právě díky následkům, které vznikly a vznikají díky důlní činnosti je tato oblast porušovaná deformacemi horninového masívu.

Při realizaci stavebního objektu v této oblasti je třeba dbát na mnoho aspektů. Horninové prostředí je velmi proměnlivé, takže nejde předpokládat homogenní složení v celé zájmové oblasti. Hladina podzemní vody je v této oblasti také nestálá, může se zde vyskytovat podzemní voda s napjatou hladinou s vysokou agresivitou. Z toho důvodu je základem při realizaci provést v daném místě podrobný inženýrskogeologický průzkum.

Zájmová oblast se nachází v poddolovaném území, takže je třeba dbát na normu ČSN 73 0039 o navrhování objektů na poddolovaném území a řídit se jí. Zde nalezneme doporučení v případě realizace, jako například, že základová konstrukce musí být jednoduchá a nepodsklepená, nejlépe v kombinaci s deskou. Z toho důvodu bude realizace a údržba na tomto území i finančně náročnější, protože zde může vzniknout mnoho problémů v průběhu výstavby a životnosti stavby. Jednou z možných havárií v této oblasti je propad, u kterého je třeba provést sanaci pomocí popílkocementových směsí nebo injektáže. Z toho důvodu je lepší monitorovat chování horninového prostředí pod základovými konstrukcemi. Například pomocí instalace tenzometrů nebo tlakových buněk či optických kabelů pro interferometrická měření deformací. Dalším smysluplným ochranným prvkem v rámci výstavby by bylo vhodné rozdělit objekt pomocí dilatačních spár na více dílčích prvků, díky tomu by nebyla tak ohrožena nestabilita celého objektu.

Výsledky modelování konceptů plošných základů v této diplomové práci nemohou být brány jako definitivní pro návrh stavební konstrukce. Slouží pouze k orientačnímu náhledu a srovnání různých typů základů při návrhu možného řešení základových konstrukcí v zájmové oblasti. Dá se předpokládat, že intenzita pohybů a deformací bude s časem slábnout. Mohou být ale opět indukované většími zásahy do horninového masívu, výstavbou nových např. rozsáhlých stavebních objektů, změnami v režimu podzemních vod ap..

Poděkování

Rád bych poděkoval těmto lidem, kteří mi velice pomohli při tvorbě této diplomové práce:

- Panu Ing. Jaroslav Ryšávka Ph.D. za odborné rady a poskytnutí materiálů
- Panu doc. RNDr. Pavlu Pospíšilovi, Ph.D. za poskytnutí materiálů a zdrojů
- Panu Ing. Lukáš Ďuriš, Ph.D. za odbornou pomoc při tvorbě modelu v programu MIDAS GTS NX

Nakonec velice děkuji svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Martinu Stolárikovi, Ph.D. za ochotu, čas a pozornost, kterou věnoval mé práci při jejím vyhotovení.

8. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] **CHLUPÁČ, I., a další.** *Geologická minulost České republiky*. Praha : ACADEMIA, 2011. isbn 978-80-200-1961-5.
- [2] Charakteristika hornoslezské pánve. [Online]
<http://www.podzemi.solvayovylomy.cz/histhor/lokality/okr/00a.htm>.
- [3] **DOPITA, M. et al.** *Geologie české části hornoslezské pánve*. Praha : Ministerstvo životního prostředí České republiky, 1997. ISBN 80-7212-011-5.
- [4] Vnější Západní Karpaty. [Online] http://geologie.vsb.cz/reg_geol_cr/10_kapitola.htm.
- [5] Česká geologická služba. [Online] http://mapy.geology.cz/geovedni_mapy500/.
- [6] Kvartér České republiky. [Online] http://geologie.vsb.cz/reg_geol_cr/11_kapitola.htm.
- [7] **KRÁSNÝ, J. et al.** *Podzemní vody České republiky*. Praha : Česká geologická služba, 2012. ISBN 978-80-7075-797-0.
- [8] Hydrogeologické rajóny 1:50 000. *Arrow - Assessment and Reference Reports of Water Monitoring*. [Online]
<http://hydro.chmi.cz/isarrow/ciselnik.php?cid=hgr50&ordrstr=ID&fid=&fnm=&startpos=40&recnum=20>.
- [9] **RYŠAVKA, J.** Slezská Ostrava - HGRP. *Závěrečná zpráva*. Ostrava : UNIGEO a.s., 1994
- [10] **STACH, J.** Ostrava - Michalkovická ulice (inženýrsko - geologický průzkum). *Závěrečná zpráva*. Brno : autor neznámý, 1979.
- [11] Moravskoslezský deník. *O minulosti podzemí chrámu Baníku*. [Online]
https://moravskoslezsky.denik.cz/zpravy_region/o-minulosti-podzemi-chramu-baniku-aneb-proc-se-bazaly-jmenuji-bazaly-20140126.html.
- [12] Česká geologická služba. [Online]
<http://mapy.geology.cz/GISViewer/?mapProjectId=3>.
- [13] **ROTH, Z. a kolektiv.** *Vysvětlivky k přehledné geologické mapě*. Praha : Geofond, 1962.
- [14] **FOLPRECHT, J., PATTEISKY, K.** *Kamenouhelné doly ostravsko-karvinského revíru*. Moravská Ostrava : Ředitelství konference OKR, 1929.
- [15] **VAŠÍČKOVÁ, Š.** *Hladnovská porucha karbonského masívu v Ostravě a její vliv na zástavbu*. Diplomová práce, Ostrava, 2007.

- [16] IN - Počasí. *Meteostanice Ostrava*. [Online]
<http://www.in-pocasi.cz/meteostanice/stanice.php?stanice=ostrava>.
- [17] ŠAMAJ, I. *Inženýrskogeologické podmínky výstavby v místech poruchového pásma Slezské Ostravy*. Diplomová práce, Ostrava : HGF VŠB, 1989.
- [18] ČSN 73 0039 - *Navrhování objektů na poddolovaném území*. Praha : Český normalizační institut, 2014.
- [19] HULLA, J., TURČEK, P. *Zakladanie stavieb*. Bratislava : Jaga group, 1998.

9. SEZNAM OBRÁZKŮ POUŽITÝCH V TEXTU

Obr. 1: <i>Mapa Ostravy se zeleně vyznačenými hranicemi zájmové oblasti</i>	8
Obr. 2: <i>Rozdělení hornoslezské pánve na českém území [3]</i>	9
Obr. 3: <i>Stratigrafické schéma karbonu moravskoslezské oblasti [1]</i>	10
Obr. 4: <i>Stratigrafické schéma karbonu hornoslezské pánve [1]</i>	11
Obr. 5: <i>Charakteristika hornoslezské pánve [5]</i>	12
Obr. 6: <i>Stratigrafické schéma karpatské předhlubně [4]</i>	13
Obr. 7: <i>Rozšíření kvartérních uloženin na území České republiky [6]</i>	14
Obr. 8: <i>Rozsah maximálního zalednění na severní Moravě a ve Slezsku [6]</i>	14
Obr. 9: <i>Hydrogeologické rajony v oblasti Ostravy [8]</i>	15
Obr. 10: <i>Přírodní zdroje podzemních vod České republiky [7]</i>	16
Obr. 11: <i>Schéma přítoků do dolů v hornoslezské pánvi z přírodních zdrojů [7]</i>	17
Obr. 12: <i>Chemické složení podzemních vod [7]</i>	18
Obr. 13: <i>Vyznačení vrtů v zájmové oblasti (červeně) a sesuvné oblasti (modře)</i>	21
Obr. 14: <i>Geologický profil vrtu č. 3 (S-6A)</i>	22
Obr. 15: <i>Vyznačení důlních děl v zájmové oblasti</i>	23
Obr. 16: <i>Schematický profil českou částí hornoslezské pánve [1]</i>	24
Obr. 17: <i>Důležité tektonické linie, které prostupují až k povrchu [15]</i>	26
Obr. 18: <i>Podélný řez v zájmové oblasti s vyznačenými poruchami [15]</i>	27
Obr. 19: <i>Rozdělení zájmové oblasti na západní a východní část</i>	28
Obr. 20: <i>Vytipovaná místa pro geotechnický monitoring</i>	30
Obr. 21: <i>Betonová zídka na ulici Bohumínská u domu č. p. 25</i>	30
Obr. 22: <i>Betonová zídka na ulici Michálkovická před domem č. p. 1715/72</i>	31
Obr. 23: <i>Opěrná zeď ve Všehradově sadu</i>	31
Obr. 24: <i>Opěrná zeď podél komunikace v blízkosti stadionu Bazaly</i>	32
Obr. 25: <i>Pravítko pro měření trhlin</i>	32
Obr. 26: <i>Vyznačení míst měření na poruchách v místě Michálkovické ulice</i>	33
Obr. 27: <i>Poškozené objekty do roku 1989 [17]</i>	41
Obr. 28: <i>Současné zjištěné poškozené objekty</i>	41
Obr. 29: <i>Vyznačení parcely č. 2201/2 (modře) se situací vrtu číslo 646180</i>	42
Obr. 30: <i>Geologický profil získaný na základě vrtu č. 646180</i>	43
Obr. 31: <i>Model základové konstrukce – pásy v kombinaci s deskou</i>	44

Obr. 32: <i>Model základové konstrukce – rošt v kombinaci s deskou.....</i>	45
Obr. 33: <i>Model základové konstrukce – deska.....</i>	45
Obr. 34: <i>Schéma vzniku simulovaného propadu.....</i>	46
Obr. 35: <i>Dva typy propadů namodelovány v MIDASU GTS NX</i>	46
Obr. 36: <i>Deformace pásů v kombinaci s deskou pod středovým propadem o $r = 4$ m.....</i>	52
Obr. 37: <i>Plastické body u konstrukce pásů se středovým propadem $r = 4$ m.....</i>	52
Obr. 38: <i>Napětí při horním okraji konstrukce – pásy se středovým propadem $r = 4$ m.....</i>	53
Obr. 39: <i>Napětí ve středu konstrukce – pásy se středovým propadem $r = 4$ m.....</i>	53

10. SEZNAM TABULEK POUŽITÝCH V TEXTU

Tab. č. 1: <i>Seznam zjištěných vrtů v zájmové oblasti</i>	19
Tab. č. 2: <i>Seznam zjištěných vrtů v zájmové oblasti</i>	21
Tab. č. 3: <i>Seznam důlních děl v zájmové oblasti</i>	23
Tab. č. 4: <i>Hodnoty poruch v mm u betonové zídky na ulici Bohumínská u domu č. p. 25</i>	34
Tab. č. 5: <i>Hodnoty poruch v mm u betonové zídky na ulici Michálkovická č. p. 1715/72</i>	35
Tab. č. 6: <i>Hodnoty poruch v mm u opěrné zdi ve Všehradově sadě</i>	36
Tab. č. 7: <i>Hodnoty poruch v mm u opěrné zdi podél komunikace v blízkosti stadionu Bazaly</i>	37
Tab. č. 8: <i>Srovnání naměřených hodnot z prvního a posledního dne měření</i>	38
Tab. č. 9: <i>Srovnání naměřených hodnot z prvního a posledního dne měření</i>	38
Tab. č. 10: <i>Vlastnosti zemin</i>	47
Tab. č. 11: <i>Vlastnosti betonu</i>	47
Tab. č. 12: <i>Rozdíl sednutí základu roštu před a po propadu v mm</i>	48
Tab. č. 13: <i>Rozdíl sednutí základu pásů před a po propadu v mm</i>	49
Tab. č. 14: <i>Rozdíl sednutí základu desky před a po propadu v mm</i>	49
Tab. č. 15: <i>Napětí ve směru osy z před a po propadu – rošt</i>	49
Tab. č. 16: <i>Napětí ve směru osy z před a po propadu - pásy</i>	49
Tab. č. 17: <i>Napětí ve směru osy z před a po propadu – deska</i>	50
Tab. č. 18: <i>Napětí při horním okraji konstrukce - rošt</i>	50
Tab. č. 19: <i>Napětí při horním okraji konstrukce - pásy</i>	50
Tab. č. 20: <i>Napětí při horním okraji konstrukce - deska</i>	50
Tab. č. 21: <i>Napětí ve středu konstrukce - rošt</i>	51
Tab. č. 22: <i>Napětí ve středu konstrukce - pásy</i>	51
Tab. č. 23: <i>Napětí ve středu konstrukce - deska</i>	51

11. SEZNAM GRAFŮ POUŽITÝCH V TEXTU

Graf č. 1: <i>Srovnání naměřených hodnot levé poruchy nahoře ve Všehradově sadu s hodnotami denních srážek v měsíci říjnu.....</i>	39
Graf č. 2: <i>Srovnání naměřených hodnot levé poruchy dole ve Všehradově sadu s hodnotami denních srážek v měsíci říjnu.....</i>	39

12. SEZNAM PŘÍLOH NA CD

1. Vrtná prozkoumanost (přílohy P 1 – 12)
2. Fotodokumentace současných poškozených objektů (přílohy P 13 – 389)
3. Měření diskontinuit v zájmové oblasti (přílohy P 390 – 413)
4. Modelování (přílohy P 414 - 509)